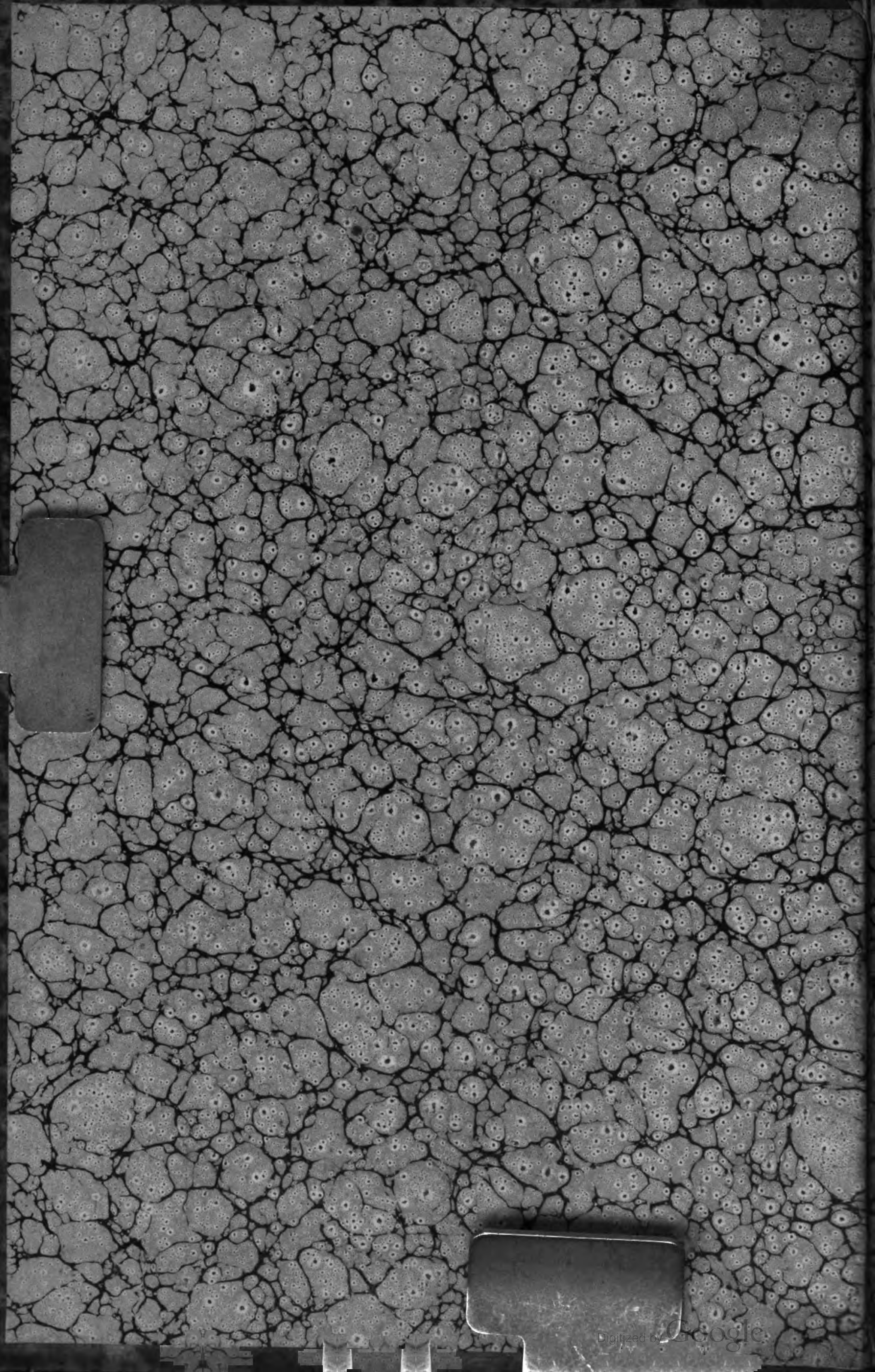






# ANNALES

DU

# GÉNIE CIVIL

---

TOME CINQUIÈME

---

Paris. — Imp. P.-A. Bourdier et Cᵉ, 6, rue des Poitevins

Publications Scientifiques, Industrielles et Agricoles de E. LACROIX



# ANNALES
DU
# GÉNIE CIVIL
ET
## RECUEIL DE MÉMOIRES

SUR LES MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES
LES PONTS ET CHAUSSÉES, — LES ROUTES ET CHEMINS DE FER
LES CONSTRUCTIONS ET LA NAVIGATION MARITIME ET FLUVIALE
L'ARCHITECTURE, — LES MINES, — LA MÉTALLURGIE, — LA CHIMIE, LA PHYSIQUE
LES ARTS MÉCANIQUES, — L'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

## LE GÉNIE RURAL

REVUE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PUBLIÉES PAR UNE RÉUNION
D'INGÉNIEURS, D'ARCHITECTES, DE PROFESSEURS ET D'ANCIENS ÉLÈVES
DE L'ÉCOLE CENTRALE ET DES ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS

Avec le concours
D'INGÉNIEURS ET DE SAVANTS ÉTRANGERS

TOME CINQUIÈME (ANNÉE 1866)



PARIS
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
Eugène LACROIX, Éditeur
LIBRAIRE DES INGÉNIEURS CIVILS, DE LA SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES
D'ARTS ET MÉTIERS, DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'AMIENS, ETC.
15, QUAI MALAQUAIS, 15

1866

# A NOS SOUSCRIPTEURS.

Comme il l'avait fait à la fin de l'année 1864, l'éditeur des *Annales du Génie civil* a cru convenable de réunir les rédacteurs de cette publication résidant à Paris, afin de les entretenir de la situation morale et financière des *Annales*, et pour examiner avec eux les améliorations qu'il est toujours possible d'apporter à une publication telle bien rédigée qu'elle soit.

Cette réunion a eu lieu le 27 décembre 1865. Les rédacteurs présents à Paris se sont rendus à l'appel de M. Lacroix; étaient présents : MM. Droux (Léon), Émion, Erhard, Gaudry, Gobin (A.), Gobin (H.), Jeunesse, Lacroix, Le Roy de Méricourt, Ortolan (A.), Palaa, Pégard, Rueff, Tronquoy.

Plusieurs autres collaborateurs, retenus pour des affaires urgentes ou éloignés de Paris, ont exprimé leurs regrets de ne pouvoir se joindre à leurs collègues.

M. Lacroix a exposé la marche progressive des *Annales*; il a pu annoncer que le nombre des abonnés avait doublé depuis le premier janvier 1865, et que déjà il avait reçu par anticipation de nombreuses souscriptions pour l'année 1866 (*cinquième année* de la publication). En même temps, M. Lacroix a fait remarquer avec quelle abondance les matières arrivent; puisque, pour satisfaire aux exigences de l'actualité, il a dû, pour ne pas laisser vieillir certains articles, dépasser de près de cent pages le maximum de texte promis annuellement. L'existence, le succès de la publication sont assurés pour l'avenir. A un autre point de vue, M. E. Lacroix est heureux d'annoncer qu'il a reçu de nombreux témoignages de satisfaction d'un grand nombre d'abonnés, et il donne lecture de plusieurs lettres approuvant le choix des articles, la manière dont ils ont été traités et l'exécution des gravures qui les

accompagnent. Les emprunts multipliés que plusieurs publications spéciales de l'étranger font aux *Annales du Génie civil* sont une nouvelle preuve de l'intérêt qui s'attache à cette publication, et de la faveur dont elle jouit.

En terminant, M. E. Lacroix invite les personnes présentes à signaler les améliorations qu'elles considèrent comme réalisables.

Après avoir conclu en principe au maintien de la classification actuelle des matières rédigées dans les *Annales*, plusieurs rédacteurs ont insisté sur l'intérêt incontestable que présentent, indépendamment des matières générales de la science et de l'industrie, la publication aussi fréquente et aussi régulière que possible de notes et de renseignements pratiques sur les travaux intéressants exécutés en France, et l'extension des comptes rendus relatifs à l'industrie des nations étrangères.

M. Lacroix a fait remarquer que la collection des quatre premières années prouve que la pensée de développer le chapitre des renseignements pratiques a constamment inspiré la direction des *Annales du Génie civil*. Il a ajouté qu'il était heureux d'annoncer que ce recueil compterait à l'avenir plusieurs nouveaux rédacteurs, parmi lesquels il a cité M. E. Kopp, chimiste et manufacturier de l'Alsace, ancien membre du Corps législatif, et M. Barreswill, dont le nom fait autorité dans la chimie industrielle.

En ce qui concerne les travaux de l'étranger, il a annoncé que, pour l'avenir, les *Annales* s'étaient assuré des correspondances plus suivies avec la Suède et la Hollande, et qu'il serait donné une plus grande extension à la traduction des travaux originaux publiés par les recueils techniques et pratiques de l'Angleterre, de la Prusse, de l'Autriche, de l'Italie et des États-Unis.

Quant aux travaux exécutés en France, M. Lacroix manifeste l'espoir que tous ses abonnés voudront bien se considérer comme collaborateurs des *Annales* : ses lecteurs, pour la plupart ingénieurs, chefs d'usines, etc., en un mot, toutes personnes capables de voir et d'apprécier, s'ils font converger dans les bureaux des *Annales* des notices sur les travaux qui se préparent et sur ceux qui s'exécutent sous leurs yeux, nous aideront puissamment à centraliser dans notre publication toutes les indications utiles et intéressantes.

Abordant les mesures à prendre en prévision du grand mouvement industriel qui doit se produire à l'occasion de l'Exposition universelle de 1867, il a été décidé que les *Annales du Génie civil* consacreront une large place à la revue des diverses parties de cette Exposition. Les notes et renseignements à insérer sous le titre de *Revue de l'Exposition universelle* seront divisés méthodiquement, et répartis entre les divers rédacteurs suivant leurs diverses spécialités.

Les *Annales* contiendront d'ailleurs, dès ce jour, les documents et les nouvelles

présentant le plus d'intérêt au point de vue de l'organisation, de l'administration et des incidents préparatoires de l'Exposition Universelle.

Avant de se séparer, les membres présents sont convenus de se réunir mensuellement le dernier lundi de chaque mois, pour s'occuper de la rédaction des *Annales* et de l'examen préliminaire des ouvrages de la *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*, éditée par M. E. Lacroix, bibliothèque dont une centaine de volumes ont déjà été livrés à l'appréciation du public.

POUR LE COMITÉ,

*Le secrétaire de la rédaction :*
A. PALAA.

PARIS. IMPRIMERIE P.-A. BOURDIER ET Ce, 6, RUE DES POITEVINS.

# NOTE
# SUR LES PARATONNERRES,

Par M. **A. CHAUVEAU DES ROCHES**, ingénieur.

Les consequences effrayantes et souvent désastreuses de la chute de la foudre pendant les orages avaient dû suggérer de tout temps aux maîtres de la science la pensée d'étudier sérieusement le météore dans son essence et ses effets; mais leurs efforts étaient toujours demeurés infructueux. Vers la fin de la première moitié du dix-huitième siècle, la découverte de l'étincelle électrique dans les laboratoires les mit sur la voie; en effet, l'idée d'une parenté peut-être fort rapprochée entre l'étincelle et l'éclair des nuées orageuses se présenta immédiatement à l'esprit d'un grand nombre d'expérimentateurs.

Dès l'année 1752, Dalibard en France (mois de mai), et Franklin en Amérique (mois de juin) cherchèrent à soutirer l'électricité des nuages, le premier, à l'aide d'une tige isolée, placée au sommet d'une maison de grande hauteur, le second par sa fameuse expérience du cerf-volant que, l'année suivante, M. de Romas refit à Nérac, sans avoir eu connaissance de celle de Franklin. Tous trois obtinrent de fortes étincelles.

Dès que l'assimilation entre l'étincelle artificiellement produite dans les laboratoires et l'étincelle terrible des nuages orageux fut établie, l'esprit des savants fut entraîné à rechercher les moyens de se mettre à l'abri des décharges atmosphériques. C'est à Franklin que revient la gloire d'avoir résolu le problème en fixant sur les édifices des tiges métalliques communiquant au *réservoir commun*, au sol, par des chaînes conductrices.

Au début de son application, le paratonnerre était une simple tige de fer terminée en pointe. Mais on reconnut bientôt que le fer, ayant, au contact de l'air, à subir toutes les influences atmosphériques, se rouillait promptement, et que la tige, cessant d'être acérée, perdait une grande partie de ses propriétés. Le *pouvoir des pointes* était un principe déjà reconnu. En conséquence, on chercha une substance capable de conserver la forme primitive. Le cuivre doré sembla remplir les conditions requises, et, dès lors, on composa la flèche de deux métaux : la partie inférieure, la plus longue, en fer, et la partie supérieure, de quelques pouces de longueur, en cuivre doré,

Un membre d'une société savante de Philadelphie, M. Paterson, faisait des paratonnerres dont l'extrême pointe était en *plombagine*, substance qui conduit bien l'électricité. L'essai fut fait sur des édifices et sur les

mâts de nombreux navires en Amérique et en Angleterre et réussit assez bien.

Il ne suffit pas que la tige soit conductrice de l'électricité, il faut encore qu'elle soit difficilement fusible, car la chute de la foudre sur un paratonnerre y développe momentanément une très-grande chaleur. La tige de plombagine était dans de bonnes conditions à cet égard ; mais des expériences faites sur la conductibilité respective des corps firent ressortir la supériorité des métaux sur cette matière [1].

On fut ainsi ramené à l'emploi des métaux. C'est vers cette époque que le platine devint moins rare dans l'industrie; ses principales propriétés furent mises en évidence, quelques-unes étaient favorables au cas qui nous occupe. On reconnut qu'il était inaltérable d'une manière presque absolue au contact de l'atmosphère; qu'il n'était fusible qu'à près de 2,000° centigrades, ce qui est une température extrêmement élevée par rapport aux autres métaux; enfin qu'il était bon conducteur de l'électricité.

Les tiges de paratonnerre furent alors construites en fer, cuivre et platine, les deux premiers vissés ensemble, et la pointe de platine soudée avec le cuivre.

On se crut arrivé au dernier degré de la perfection, et les études sérieuses auxquelles les savants s'étaient livrés jusque-là au sujet de l'invention de Franklin furent momentanément arrêtées. On réglementa la construction des paratonnerres d'après ce dernier progrès; sauf quelques additions de détails, relatives aux assemblages des trois métaux, l'*Instruction* sur la matière, imprimée dans le tome XXVI des *Annales de chimie et de physique* (1824), ne renferme pas autre chose que ce que nous venons de dire.

MM. Riess, Becquerel, Pouillet, et autres physiciens distingués vinrent, quelques années plus tard, révoquer en doute la très-grande conductibilité électrique et calorique du platine, ainsi que sa prétendue infusibilité. On pensa même à le remplacer par l'*iridium*, mais cette idée n'eut pas de suites.

Un ingénieur italien, M. Carlo Dell' Acqua, s'est beaucoup préoccupé de la question; la longue expérience qu'il a acquise en faisant installer ou remplacer des paratonnerres lui a fait reconnaître que le platine a été trop vanté, qu'il peut être fondu par une forte décharge électrique, et perdre sa forme acérée, cessant ainsi de remplir les conditions requises, puisqu'il doit être muni d'une pointe aiguë pour absorber avec lenteur, mais avec continuité et sans bruit, l'électricité surabondante des nuages orageux. M. Dell' Acqua dit avoir souvent fait remplacer des pointes de platine portant des traces de fusion [2].

1. Tableaux des corps conducteurs de l'électricité, classés par ordre de puissance :

| | | |
|---|---|---|
| Métaux. | Minerais métalliques. | Vapeur d'eau. |
| Charbon calciné. | Eau. | Air raréfié. |
| Plombagine. | Végétaux. | Verre pulvérisé. |
| Acides. | Animaux. | Fleur de soufre. |
| Solutions salines. | Flamme. | |

2. Le 10 juillet 1843, la foudre tomba deux fois sur le paratonnerre de la cathédrale de

M. Riess a fait des expériences comparatives entre le platine et le cuivre, au point de vue de leur pouvoir conducteur de l'électricité; il a pu établir que le platine est 8 fois inférieur au cuivre.

Selon M. Becquerel, il serait même 11 fois inférieur.

Dans l'*Instruction sur les paratonnerres*, M. Pouillet donne le résultat d'expériences faites par lui sur les métaux. A égalité de diamètre et de longueur, faisant traverser les métaux pendant des temps égaux par des courants électriques d'égale intensité, et observant la chaleur développée, il a reconnu que les métaux qui manifestent la plus haute élévation de température sont les moins bons conducteurs de l'électricité; qu'entre autres le platine est peu conducteur par rapport à d'autres métaux; que, par conséquent, en cas de chute de la foudre, l'influence électrique doit persister en lui plus longtemps et nécessairement l'amener plus près de l'incandescence et de la fusion.

La conductibilité du platine pour la chaleur et l'électricité a encore été étudiée par MM. Wiedemann et Franz; ils ont trouvé ce métal très-inférieur à beaucoup d'autres, et ont donné des chiffres qu'on peut grouper ainsi que je l'indique dans les deux premières colonnes du tableau suivant:

| | CONDUCTIBILITÉ | | POINT DE FUSION. |
|---|---|---|---|
| | ÉLECTRIQUE. | CALORIQUE. | Degrés centigrades. |
| Argent | 100 | 100 | 1000° |
| Cuivre | 74 | 91 | 1091 |
| Antimoine | 53 | 65 | 432 |
| Zinc | 19 | 24 | 360 |
| Sélénium | 12 | 14 | 200 |
| Plomb | 8 | 8 | 334 |
| Platine | 3 | 8 | 2000 |

On ne peut donner ces chiffres comme étant d'une exactitude rigoureuse, car certains physiciens sont arrivés à des nombres différents et quelquefois à un autre ordre de classification; ce qui tient probablement à l'inégale pureté des métaux; mais toujours le platine est à la fin du tableau, tandis que l'argent y occupe la première place.

Si l'argent comparé au platine est meilleur conducteur dans les deux cas, il ressort de là que le passage du calorique et de l'électricité à travers ce métal sera plus prompt et plus facile. Celui-ci subira donc moins longtemps leur influence et sera, par conséquent, d'autant moins sujet à changer d'état, c'est-à-dire à devenir liquide. On évitera ainsi un changement de forme dans la pointe des paratonnerres.

Donc l'argent doit être préféré au platine, et on aurait tort de préconiser l'emploi de ce dernier, en s'appuyant sur ce que, de tous les mé-

Strasbourg; la pointe de platine fut fondue sur 5 à 6 millimètres de longueur, à partir de l'extrémité; le platine fondu coula d'un côté comme de la cire, donnant naissance à une goutte arrondie très-brillante.



taux, il est le plus difficile à fondre avec les moyens ordinaires, puisque sa fusion n'a lieu qu'à une température de 2,000°, tandis que le cuivre se fond vers 1,100°, l'argent à 1,000°, etc., etc. (voir le tableau).

En effet, les phénomènes de fusion dus à la chaleur ne sauraient être comparés à ceux que développe l'action bien autrement puissante de l'électricité. Pour bien étudier ces derniers, on ne peut considérer les propriétés du fluide électrique que dans leur ensemble, dans les effets qu'elles produisent simultanément.

M. Dell' Acqua et un grand nombre d'autres physiciens italiens sont d'avis d'abandonner totalement le platine pour la construction des paratonnerres et de lui substituer l'argent[1].

Ce dernier métal s'altérerait dans un air fortement chargé de vapeurs de soufre; mais dans la plupart des cas il me semble que la substitution proposée aurait de grands avantages, au point de vue de la sécurité.

Nous avons dit qu'à une certaine époque on avait songé à l'*iridium* et que cette idée n'avait pas eu de suites; il pourrait cependant être utile de faire des recherches dans cette direction.

Parmi les métaux, ceux qui accompagnent le platine (*métaux du platine*) forment une famille remarquable par certaines propriétés. Ils sont au nombre de six. L'*Osmium* a un peu les caractères d'un métalloïde, c'est un corps très-lourd, son poids spécifique est 21.40. Le *Ruthénium* a de la similitude avec l'étain, surtout à cause de son oxyde. Le *Palladium* est volatil et oxydable ainsi que l'argent. Le *Rhodium* a des propriétés qui lui feraient une place entre l'or et l'argent; ces trois corps s'obtiennent difficilement, leur densité n'est pas très-considérable et varie de 11 à 12. Le *Platine* a beaucoup d'analogie avec l'or. L'*Iridium* ne se rapproche d'aucun métal; les réactifs les plus énergiques sont sans effet sur lui, est supérieur à tous les métaux par cette résistance aux réactifs; comme le platine, il a un poids spécifique très-élevé, 21.15.

Les mines de platine renferment presque tous ces métaux en alliage, et certains alliages surpassent de beaucoup le platine par leur rigidité et leur résistance aux agents de destruction.

L'iridium, particulièrement, est d'un blanc pur, avec un éclat analogue à celui de l'acier poli. A température ordinaire il n'est pas malléable, mais on peut le forger au rouge blanc. Des traces de ce métal dans le platine lui communiquent une rigidité fort utile la plupart du temps, et quand le platine a été fondu et non corroyé, l'iridium ne le rend pas cassant, même s'il entre pour 15 p. 100 dans l'alliage.

On a obtenu un alliage presque inattaquable à l'eau régale, très-malléable, mais dur et doué d'une grande roideur avec les proportions suivantes :

75,00 platine.
23,30 iridium.
1,70 rhodium.

1. L'argent coûte 4 fois moins cher que le platine.

En classant les métaux du platine par ordre de fusibilité, on a le tableau :

| | | |
|---|---|---|
| 1. Palladium. | 3. Rhodium. | 5. Ruthénium. |
| 2. Platine. | 4. Iridium. | 6. Osmium. |

La préparation de l'iridium par l'*Osmiure* n'est pas très-pratique; il faut une série de calcinations et de réactions pour obtenir l'éponge d'iridium qu'on peut ensuite fondre dans un creuset; mais si les chimistes arrivaient à préparer facilement et économiquement soit ce métal à l'état de pureté, soit les alliages dont nous avons parlé, peut-être y aurait-il lieu de remplacer le platine, dans les paratonnerres, par l'iridium plutôt que par l'argent.

Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel, c'est ce dernier que nous choisirons.

On construira donc un paratonnerre de la manière suivante :

On fera fondre l'argent dans un petit creuset conique de 0m,02 de diamètre et 0m,05 de hauteur, donnant au moins 0m,002 d'épaisseur au métal, qui devra être fortement comprimé. Ce cône d'argent AB devra être soudé à l'étain à une tige de cuivre BC de 0m,50 de longueur, terminée à son extrémité supérieure par une partie conique remplissant parfaitement le vide intérieur du cône d'argent [1]. La soudure doit s'étendre sur toute la surface interne, et il faut avoir soin de chasser complétement l'air, car s'il en restait la moindre quantité, l'inégale dilatation du gaz et du métal qui se produirait à la suite d'une décharge électrique pourrait donner naissance à une fissure dans la pointe d'argent.

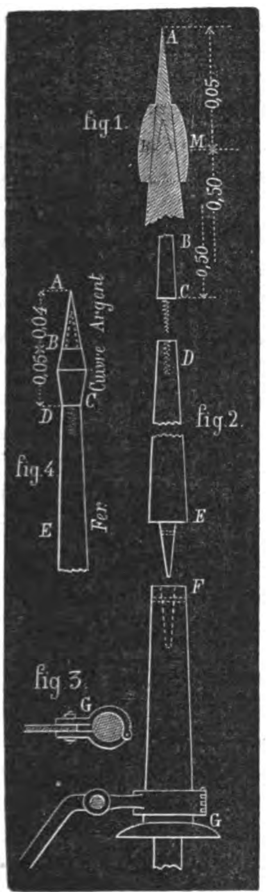


Fig. 1 à 4.

On donne plus de force à cette soudure en l'entourant d'un petit manchon M. En C, la flèche de cuivre porte une vis qui s'adapte dans le pas de vis D de la tige de fer, qu'on fera en deux morceaux si le paratonnerre a une grande hauteur; les portions DE et FG étant emboîtées comme le montre la figure, et solidement réunies par des goupilles. Le tout est mis en communication avec la *chaîne* ou tige métallique *conductrice* et les *puits de décharge* (fig. 1, 2 et 3).

1. M. Dell' Acqua n'indique que 0m,04 pour l'argent et 0m,05 pour la tige de cuivre à laquelle il donne la forme de deux troncs de cône réunis par leur base, etc. (fig. 4). (Séance du 13 juillet 1865 de l'Athénée de Milan.)

M. Dell' Acqua, dont j'ai le travail sous les yeux, trouve que ces puits n'ont pas, en général, assez d'efficacité, quand ce ne sont pas de véritables puits contenant de l'eau. « On leur donne, dit-il, un trop grand « diamètre et pas assez de profondeur ; on les arrête, non pas dans le voi- « sinage des nappes d'eau, mais seulement au niveau des terrains hu- « mides. » Il conseille de réduire le diamètre à ce qui serait nécessaire pour y placer des tuyaux d'argile, s'ajustant les uns dans les autres, et dans lesquels on introduirait la chaîne conductrice, munie de ses ramifications ou *dispersateurs*. On devrait pousser le forage du puits jusqu'à la rencontre des eaux jaillissantes, ou tout au moins dans leur voisinage. Ce puits de décharge serait fermé par une dalle placée un peu au-dessous du sol. La partie supérieure de la tige enterrée serait munie de rameaux en cuivre terminés en pointes aiguës et disposés sous le sol, près de la surface. M. Dell' Acqua dit avec raison que, quand il ne pleuvrait pas, le déchargeur principal produirait seul son effet ; mais qu'en cas de pluie, même légère (et l'orage est accompagné presque toujours par la pluie), les déchargeurs accessoires travailleraient à leur tour au but commun, puisque leur position les mettrait promptement en contact avec l'humidité du sol.

Il termine en demandant que les gouvernements prennent des mesures pour la propagation des meilleurs modes de construction des paratonnerres, et pour que la pose en soit toujours faite selon les règles de la science par des hommes spéciaux. Je ne partage pas tout à fait son avis, et ne crois pas que ce soit aux gouvernements à intervenir en pareille matière ; mais c'est aux journaux industriels, aux publications scientifiques qu'il appartient de vulgariser les améliorations qu'on propose à ce sujet comme à tous les autres. Il me paraît donc utile d'appeler l'attention des lecteurs sur les remarques que nous venons de faire, la question ne manquant pas d'une certaine importance.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur,
ancien Élève de l'École Centrale.

# MÉTALLURGIE DE L'ARGENT

PAR **M. GRÉGOIRE DE BALLIANO**,
Élève de l'École impériale des mines.

Planches III et IV.

Le village où se trouve la seule usine d'argent qui existe en Espagne s'appelle Hiendelencyna. Ce village est situé dans la province de Guadalaxarra, à quatre lieues d'Iadraque. On y arrive de cette dernière ville par un petit sentier à travers la montagne et entouré de précipices. Aussi la communication n'est-elle possible, surtout en hiver, qu'à dos de mulet, et rarement à cheval. Quant à l'usine d'argent elle-même, du nom de *Constante*, elle est placée à une lieue plus loin que le village d'Hiendelencyna. Elle est située au milieu des montagnes et est isolée de toute habitation. On y arrive par une route vicinale assez bonne, mais qui s'arrête au village.

Cette usine existe depuis vingt-deux ans. Elle appartient à une compagnie anglaise, dont le siége est à Londres. Elle est, de plus, administrée du haut en bas par des Anglais. Elle est admirable dans tous ses détails. Le directeur qui est à la tête, et qui, par modestie, n'a pas voulu être nommé, est à la fois un homme d'un mérite hors ligne et d'une affabilité exceptionnelle. Pour ma part, je me suis senti heureux d'avoir connu de près une nature d'homme si bonne et si loyale, venant faire un contraste frappant avec l'égoïsme, pour ne pas dire plus, auquel on se heurte à chaque instant.

Quant à l'usine en elle-même, je puis la citer comme un modèle du genre, car il en existe fort peu. En dehors de celle-ci, il y en a une en Angleterre, à Swansea, qu'on obtient fort difficilement l'autorisation de visiter, et puis une autre à Marseille, appartenant à MM. Blanc et Blain, qui font l'affinage et le raffinage de l'or et de l'argent. Mais ces messieurs ne tiennent aucun compte des lettres de recommandation des inspecteurs des mines, et refusent l'entrée de leur usine, en alléguant qu'on pourrait s'emparer de leurs procédés.

L'usine d'Hiendelencyna est disposée pour faire le traitement complet de l'argent quartzifère, au moyen de la calcination avec du chlorure de sodium et de l'amalgamation avec du mercure. Cette usine se trouve placée au centre d'une infinité de mines d'argent, mais qui sont fort mal exploitées et avec des moyens d'action incomplets. Ceci résulte de leur trop grand morcellement, qui est un obstacle aux frais que nécessiterait une exploitation bien entendue.

L'établissement de l'usine a coûté plusieurs millions, mais j'ignore la somme exacte; c'est le seul renseignement que je n'ai pu avoir, M. le directeur m'ayant dit que, pour tout ce qui concernait la comptabilité, je ne pourrais avoir les renseignements précis qu'au siége de la Société, à Londres.

J'ai dit que cette usine existe depuis vingt-deux ans; mais elle ne fonctionne bien que depuis dix-huit ans. L'usine est traversée par une petite rivière du nom de Bornove, qui, en hiver, devient très-haute, et qui sert à faire marcher les principales machines. Elle se compose d'abord de dix-huit broyeurs qui servent à pulvériser le minerai quartzifère, que l'on extrait des mines d'Hiendelencyna. La teneur du minerai est de 1/4 à 4 p. 100 d'argent.

Ces dix-huit broyeurs appartiennent à deux classes différentes. Les uns servent à broyer le minerai avant sa calcination, et les autres servent à pulvériser le minerai calciné avant de l'amalgamer. De la première catégorie il y a deux broyeurs, et de la seconde seize. Tous sont mis en mouvement au moyen d'un système d'engrenages adapté à une roue à augets mue par l'eau du Bornove. A l'époque où ce courant d'eau est bas, et qu'il se trouve être insuffisant pour produire la force motrice nécessaire pour fournir tout ce travail, alors on supplée à son impuissance par l'emploi de deux machines à vapeur, de la force de soixante chevaux chacune.

Le minerai arrive de la mine déjà lavé, cassé et trié. On peut donc le porter tout de suite au deuxième étage de l'usine, où on le jette dans une trémie qui le fait arriver, entre deux meules flottantes en fonte, au broyeur situé au premier étage. Au fur et à mesure que le minerai est broyé, il tombe sur le sol du rez-de-chaussée, où on le ramasse et d'où on le porte aux fours de calcination.

De ces fours au nombre de douze, six sont des fours à réverbère, et six autres des fourneaux circulaires à voûtes et soles coniques. Pour les fourneaux de cette seconde espèce, la voûte est fixe et a huit palettes de chaque côté. La sole est mobile et tourne au moyen d'un arbre placé en dessous et mû par un engrenage qui reçoit par transmission le mouvement de la roue à augets par une série d'autres engrenages. D'un côté de la voûte se trouve le foyer, et de l'autre la cheminée. Le minerai est chargé par une trémie située au sommet de la voûte conique. Puis la pesanteur l'entraîne du haut en bas, et la sole tournant, il s'ensuit qu'elle reçoit forcément du minerai sur toute sa surface. En outre, les palettes attachées à la voûte nivellent partout la couche de minerai. On s'arrange de façon que son épaisseur soit toujours d'environ $0^m,04$.

Dans les fourneaux à réverbère, on charge à la fois 5 quintaux castillans, ou 250 kilog. Mais, avant d'opérer la charge, on a soin de mélanger le minerai pulvérisé avec du chlorure de sodium, en quantité de 2 à 30 p. 100, suivant la nature et la qualité du minerai. La composition chimique du minerai varie de 1/4 à 4 p. 100 d'argent, de 3 à 8 p. 100 de cuivre, de 1 à 10 p. 100 de plomb, de 1 à 6 p. 100 d'antimoine, de 0 à 2 p. 100 d'arsenic, et le reste est du quartz. Suivant ces différents cas, on emploie de 10 à 30 p. 100 de sel, quand le minerai contient environ 4 p. 100 d'argent, et de 2 à 10 p. 100 de sel quand le minerai contient moins de 2 p. 100 d'argent, et a une gangue quartzifère très-pure. On chauffe au moyen du bois mis dans le foyer, séparé de la sole par un autel d'environ $0^m,40$. L'opération dure de 4 à 5 heures, pendant les-

quelles un ouvrier râble sans relâche. La quantité de bois consumé par chaque opération varie de 50 à 100 p. 100 du poids du minerai, suivant sa fusibilité. Le bois est payé à raison de 33 centimes les 25 livres, et est apporté d'un monticule voisin, au moyen d'un petit chemin de fer appartenant à l'usine. Les fourneaux circulaires et coniques font deux fois plus de travail que les fours à réverbère, et consument moitié moins de bois pour une charge semblable.

Une fois calciné, le minerai est passé au trommel, qui est situé au premier étage. Pour cela, on le charge au second étage au moyen d'une trémie qui est en communication avec le trommel, par le moyen d'un canal situé à l'une des extrémités. La partie tout à fait fine traverse le trommel et tombe sur le sol du rez-de-chaussée, dans des chambres fermées à clef. Quant à la partie qui ne peut pas traverser les mailles du trommel, qui sont de 36 fils par centimètres carrés, elle va tomber à l'autre extrémité du trommel, sur la terre. Cette partie, qui n'a pas pu passer au trommel, est ensuite transportée dans des meules situées au premier étage et chargée par une trémie placée au second. Un canal d'étain cylindrique et placé verticalement au centre des deux meules horizontales superposées fait suite à cette trémie et amène le minerai pour être broyé entre les deux meules. Une fois bien pulvérisé, le minerai tombe par le côté dans un canal incliné, d'où il va se répandre sur le sol d'une chambre fermée à clef. On a, pour cette opération, quatre paires de meules. Pour chaque paire, la meule de dessous est en quartz, et celle de dessus en conglomérats de feldspath ferrifère et quartz, reliés entre eux par une pâte feldspathique rouge foncé. L'épaisseur de chaque meule est de $0^m,32$, et son diamètre de $1^m,25$.

Une fois que le minerai calciné a été bien broyé, on le porte à l'amalgamation.

Il y a 60 tonnes d'amalgamation mues aux eaux hautes par des roues à augets de 60 chevaux chacune, et aux eaux basses par deux machines à vapeur verticales de 60 chevaux chacune. Tout l'ensemble de ces tonnes est placé au premier étage. Chaque tonne est fermée par une bonde retenue par une vis. On retire cette bonde et on met dans la tonne 650 kil. de minerai, 150 kil. de mercure et 150 kil. de fer doux, puis on remet la bonde.

On fait tourner la tonne pendant vingt-deux heures consécutives à une vitesse d'abord de 8 tours par minute, et, en dernier lieu, à une vitesse qui arrive par moments jusqu'à 18 tours par minute. Au bout de ces vingt-deux heures de rotation, on retire de nouveau la bonde et on remplit la tonne d'eau. Cela fait, on remet la bonde en place, et on fait marcher encore la tonne pendant une heure ou une heure et demie à une vitesse de 8 tours par minute. Enfin on retire la bonde et on la remplace par une autre terminée par un tuyau en caoutchouc. Le fer doux a décomposé le chlorure d'argent pour former du $Fe\,Cl$ (chlorure de fer), et l'argent s'est combiné avec le mercure pour former un amalgame représenté par la formule $3\,Hg^2 + Ag$.

Une fois que la bonde avec le tuyau en caoutchouc a été mise, on re-

tourne la tonne avec son ouverture en bas. L'amalgame de mercure et d'argent, étant la partie la plus lourde contenue dans la tonne, tombe la première dans un canal d'où elle va descendre dans une trémie en fonte terminée par une poche en toile grossière. On a eu bien soin de fermer la bonde sitôt que l'argent et le mercure sont tombés.

La combinaison du mercure et de l'argent est arrivée dans ce sac par un canal incliné. A ce moment, tout l'excédant de mercure passe à travers le sac et tombe dans des caisses en fonte. Quant à l'amalgame de mercure et d'argent, il contient 16 p. 100 d'argent, et le reste en mercure. Après cela, on porte cet amalgame au four de distillation, qui est un four cylindrique en fonte de $1^{m},20$ de profondeur, terminé par un tuyau en fonte qui va plonger dans un condenseur d'eau froide. On place dans le fourneau un cercle en fer soutenu par une tige en fer, qui pénètre dans les trous centraux de plusieurs couronnes en fer contenant l'amalgame. Il y a 6 à 8 couronnes, et elles peuvent contenir jusqu'à 900 kilogrammes. Une fois tout cet appareil mis en place, on bouche complétement le fourneau par une plaque en fer placée en dessus et à l'extérieur. Puis on le chauffe au bois au moyen d'un foyer placé en dessous, et dont la flamme va entourer le fourneau dans une couronne cylindrique située tout autour, et qui a environ 10 centimètres de largeur.

Le mercure se volatilise à cause de la chaleur, et le fourneau étant fermé, les vapeurs mercurielles sont forcées de redescendre et d'aller par le tuyau en fonte placé en dessous du fourneau se condenser dans l'eau, où on le recueille pour le faire servir à une autre opération.

Quant à l'argent, on le recueille dans les différentes couronnes en fer, et on le fait fondre après dans une coupelle elliptique faite d'os calcinés. Alors toutes les matières impures sont absorbées par les parois de la coupelle. Lorsque l'argent est complétement fondu, on perce une ouverture au milieu de cette coupelle, et on le fait couler dans un petit chariot en fonte placé en dessous et mobile sur des rails. On retire ensuite dehors le chariot, et on verse son contenu dans des lingotières. Ensuite on expédie ces lingots d'argent à Madrid, où ils sont vendus à raison de 849 réaux le kil., le réal valant 26 centimes, soit 220 fr. 74 c.

Cette usine, comme pourront en juger tous les métallurgistes, est admirablement montée et dirigée, et il est à penser que si, il faut l'espérer, l'industrie de l'Espagne se développe, cette usine jouira dans un temps donné d'une prospérité exceptionnelle [1].

### DESCRIPTION DES DESSINS.

*La fig.* 1, *Pl. IV*, est la représentation des meules en fonte où l'on broie premièrement le minerai avant de le calciner. *a* représente une roue à

1. Ici l'auteur de cet article entre dans de hautes considérations d'économie politique et sociale que le cadre de notre recueil nous interdit d'insérer.

Nous saisissons cette occasion pour appeler l'attention de nos lecteurs sur un ouvrage très-remarquable : *Les Métaux précieux*, par M. Rosway. *Le Directeur :* E. L.



augets mise en mouvement par un petit courant d'eau, et à défaut de lui par la force motrice développée par une machine à vapeur. *b* est une roue d'engrenage appliquée sur la roue à augets et concentriquement avec elle. Cette roue d'engrenages verticale transmet son mouvement à la roue d'engrenages horizontale *c*, appliquée sur l'arbre *d* vertical, qui porte à son extrémité supérieure une autre roue d'engrenages horizontale *e*. Cette dernière transmet le mouvement à une autre roue d'engrenages verticale *f* placée au-dessus de la poutre *g*. Cette transmission de mouvement se fait derrière la poutre *g*. La roue d'engrenages verticale *f* transmet à son tour le mouvement à une autre roue d'engrenages verticale dont le plan est perpendiculaire au sien. Cette roue d'engrenages *h* est adaptée à un arbre horizontal *k*, muni de plusieurs roues d'engrenages verticales *i*, donnant chacune le mouvement à une roue d'engrenages horizontale *l*, adaptée à l'arbre moteur du broyeur à meules flottantes en fonte.

*La fig.* 2, *Pl. IV*, séparée du reste par de petits traits, n'est autre chose que la projection horizontale de la fig. 1, dont elle a été séparée à cause de l'ensemble des tonneaux d'amalgamation auxquels elle est reliée par les conduites de vapeur *x*. C'est donc la représentation en position et en projection horizontales de l'ensemble des broyeurs. *a* est la roue motrice à augets, les roues d'engrenages *b* et *c* se trouvent invisibles en projection horizontale ; la roue horizontale d'engrenages *e* est vue en projection horizontale, et elle donne le mouvement à la roue d'engrenages verticale *f* adaptée à une extrémité de l'arbre horizontal *n*, lequel porte à son autre extrémité une roue d'engrenages *f* pareille, et qui donne le mouvement à la roue d'engrenages verticale *h*, qui est adaptée à l'arbre horizontal *kk*. Cet arbre porte les roues d'engrenages verticales *i*, lesquelles à leur tour transmettent le mouvement aux roues d'engrenages horizontales *l*. Ces dernières font marcher les broyeurs.

*La fig.* 1, *Pl. III*, représente en projection verticale un four circulaire à sole conique mobile. Le fourneau est chargé au deuxième étage au moyen d'une trémie *a*, que l'on bouche pendant la mise en feu du four au moyen de la plaque en fonte *b*. Le minerai arrive par le canal *c*, tombe sur le sommet de la sole *d*, et glisse jusqu'aux extrémités *g*.

Voici de quelle manière la sole est mise en mouvement. L'engrenage vertical *h* est adapté à un arbre mis en mouvement par une roue à augets, ou bien à défaut d'eau par la machine à vapeur. Cette roue d'engrenages verticale *h* transmet son mouvement à une autre roue verticale *m* dont le plan est perpendiculaire au sien. Cette dernière est adaptée à un arbre horizontal *n* qui à son autre extrémité porte une autre roue d'engrenages semblable *m*. Celle-ci transmet son mouvement à la roue d'engrenages horizontale *v*, qui est adaptée à l'arbre vertical *s*. Cet arbre *s* porte la sole conique *xgdg*, et la fait participer à toutes les variations de son mouvement.

*La fig.* 2, *Pl. III*, représente une projection horizontale du même four. La partie A, ainsi que la partie B, sont chacune séparément une repré-

sentation complète de la projection horizontale du four. Mais la projection B est plus complète. Elle montre tout d'abord que ce cône, formant la sole du four, est composé de troncs de cône superposés, couronnés par un cône; en un mot, c'est un cône que l'on a découpé en escalier à marches uniformes jusqu'au sommet. La partie *y* est une palette appliquée à la voûte du four d'une façon fixe, et ayant la même inclinaison que l'arête du cône, et en outre découpée en escalier à marches renversées, mais de telle sorte que l'espace existant entre cette palette et la sole soit partout uniforme. Cette palette sert à égaliser l'épaisseur de la couche du minerai sur toute la surface de la sole.

*La fig.* 3, *Pl. III*, représente encore une projection verticale du four prise sur un plan perpendiculaire à celui de la fig. 1. On voit fort bien que ces fours circulaires à sole conique sont accouplés deux à deux. *a* est la trémie, *c* un canal pour faire arriver le minerai, *dgxg* est la sole conique, *z* est le foyer latéral, *y* le trou par où tombe le minerai, $z''$ le foyer et $z'$ le cendrier du four adossé à celui-là.

*Les fig.* 3 *et* 4, *Pl. IV*, représentent tout simplement un trommel dans lequel on passe le minerai une fois calciné. *a* représente un arbre adapté à une roue à augets ou à défaut recevant par transmission le mouvement de la machine à vapeur. A cet arbre est adaptée une roue d'engrenages verticale *b* qui transmet le mouvement à une autre roue d'engrenages verticale *c* placée de la même façon. Cette roue d'engrenages verticale *c* est adaptée à un arbre horizontal *dd*. Cet arbre porte d'abord une chaîne à godets *ff* qui sert à monter le minerai calciné au deuxième étage. A la partie supérieure de cette chaîne à godets favorable au renversement, se trouve un canal incliné *g* à 45° environ, par lequel le minerai s'écoule dans le réservoir vertical *h*, d'où il tombe dans la trémie en tôle et recourbée *i* qui le mène dans le trommel.

Ce trommel est mis en mouvement de la façon suivante: A l'arbre horizontal *d* est adaptée une roue verticale *n* à engrenages coniques. Cette roue commande la roue verticale à engrenages coniques *p*, laquelle est adaptée à l'arbre *q*, et celui-ci fait tourner le trommel.

Le minerai arrive dans l'intérieur du trommel *r* au moyen de la trémie recourbée *i*. La partie fine passe au travers des mailles et tombe en partie sur le sol de la chambre *z* fermée à clef, et en partie dans l'enveloppe *m* du trommel qui étant inclinée laisse tomber aussi le minerai fin dans la chambre *z*.

Et quant au minerai gros, qui n'a pas pu traverser les mailles du trommel, il va tomber à l'extrémité du trommel par le canal *y* sur la terre.

*Les fig.* 4 *et* 5, *Pl. III*, représentent les paires de meules, l'une en quartz et l'autre en conglomérats de feldspatk, qui servent à pulvériser le minerai calciné qui n'a pu traverser le trommel. La fig. 4 représente la projection verticale de l'installation d'une de ces paires de meules. La fig. 5 représente la projection horizontale de l'installation d'une de ces paires de meules. La roue à augets A mise en mouvement au moyen du

cours d'eau est adaptée à l'extrémité d'un arbre horizontal *a*, à l'autre extrémité duquel est adaptée une roue verticale d'engrenages *b*. Cette roue transmet son mouvement à une autre roue verticale d'engrenages *c* placée comme elle. Cette roue d'engrenages *c* est adaptée à un arbre horizontal *dd*. Cet arbre porte vers son milieu une roue verticale *e* à engrenages coniques. Cette roue transmet son mouvement à la roue horizontale à engrenages coniques *f*. Cette roue est adaptée à un arbre vertical *i* qui porte perpendiculairement une roue horizontale à engrenages intérieurs. Cette roue transmet le mouvement, par les engrenages adaptés aux tiges en fer *k*,*k*, à ceux-ci. Ces tiges font tourner les meules *l l* inférieures auxquelles elles sont fixées.

Le minerai est chargé par la trémie B, arrive par les canaux *gg* entre les meules *l* et *m* où il est broyé, puis il tombe par côté.

Lorsque l'eau est basse, on se sert d'une machine à vapeur qui donne le mouvement au moyen d'une courroie à la poulie fixe *s*, et par conséquent à l'arbre *z* auquel elle est adaptée. La roue verticale d'engrenages *p* fixée à l'autre extrémité de cet arbre horizontal *z* reçoit le mouvement et le transmet à la roue horizontale d'engrenages, qui est fixée à l'arbre *i*. Et quant au reste du mouvement, il se passe comme précédemment. *mm* représente une chaîne à godets qui sert à monter le minerai.

*Les fig.* 5 *et* 6, *Pl. IV*, représentent une des halles d'amalgamation. Elle contient 26 tonneaux. La fig. 5 représente la projection verticale, et la fig. 6 la projection horizontale. La lettre A dans les deux figures représente la roue à augets mise en mouvement par le courant d'eau. Cette roue est adaptée à l'arbre *bb*, lequel porte à son autre extrémité la roue verticale d'engrenages *c*. Cette roue donne son mouvement à la roue verticale d'engrenages *d*. Cette roue est appliquée à l'arbre *ff*, sur le milieu duquel est adaptée la roue verticale d'engrenages *i*. Cette roue transmet son mouvement aux deux roues verticales *gg'* placées par côté symétriquement par rapport à elles. Ces roues *g* et *g'* sont adaptées aux arbres *kk*, qu'elles font participer à tous leurs mouvements. Et au mouvement de ces arbres on fait aussi participer les tonneaux quatre par quatre, au moyen des embrayages placés en *x*.

*h* sont dans la fig. 5 des réservoirs de mercure, d'où on le fait arriver dans les tonnes au moyen d'un tuyau en caoutchouc qui va droit de l'extrémité de ces réservoirs aux ouvertures *n* des tonneaux.

*qq* est un canal d'eau d'où on la prend pour la mettre dans les tonneaux, au moyen du chemin de fer *s* mobile sur les rails *kk* appliqués au plafond. On amène ce chemin de fer au-dessous des robinets *z* pour remplir d'eau le seau *r* d'où on fait ensuite arriver l'eau dans les tonneaux.

G. DE BALLIANO.

---



# ÉTUDES
## SUR LES
# PIERRES EMPLOYÉES DANS LES CONSTRUCTIONS,

Par M. J. LAFFINEUR, Agronome.

---

La connaissance complète des matériaux que l'on emploie dans les constructions est indispensable aux personnes qui s'occupent de l'art de bâtir. L'architecte, l'entrepreneur de travaux de maçonnerie et même le propriétaire qui fait construire, ont un égal besoin de connaître la nature, les qualités et les défauts des matériaux que l'on rencontre dans les différentes couches composant l'écorce du globe terrestre, et que l'on utilise dans les travaux d'architecture.

Dans presque tous les ouvrages qui ont trait aux constructions, on trouve bien quelques notions à cet égard, mais elles sont, pour la plupart, présentées sous une forme trop générale ou trop succincte pour pouvoir être vraiment utiles aux personnes appelées à les mettre en pratique.

L'étude que nous commençons aujourd'hui a pour objet de combler une lacune qui existe réellement. Nous profiterons des expériences faites récemment par M. Michelot, ingénieur en chef des ponts et chaussées, sur la résistance à l'écrasement des pierres de taille du bassin de Paris, pour donner, sous forme de tableau et comme résumé général de notre travail, une nomenclature des principales roches utilisées par les constructeurs. Ce tableau comprendra, en outre, diverses indications utiles telles que les poids spécifiques, la résistance à l'écrasement, etc.

La principale fonction des pierres à bâtir consiste à opposer la plus grande résistance possible à l'écrasement, c'est-à-dire que les charges qu'elles sont appelées à supporter, ne doivent altérer en aucune façon leur disposition moléculaire ou leur texture. Si les constructeurs s'étaient toujours rendu compte de cette résistance pour chacune des diverses pierres à bâtir, ils n'auraient pas eu aussi souvent à déplorer de nombreuses chutes de constructions avant même qu'elles fussent achevées. D'un autre côté, si l'écrasement d'une ou de plusieurs pierres n'entraîne pas une chute immédiate, la solidité de l'édifice, dont la fréquentation ne peut présenter d'ailleurs aucune garantie de sécurité, n'en est pas moins gravement compromise.

Les matériaux employés dans les constructions sont nombreux et variés. Chaque roche va être l'objet, dans la suite, d'un article spécial comprenant sa description, son gisement et son usage dans les arts ou dans l'industrie.

Le Granit. Ses Caractères minéralogiques. — Le granit est composé d'*orthose*, de *quartz* et de *mica*. Ces trois éléments sont disséminés dans la roche à peu près par portions égales. Quand l'orthose est blanche, le quartz gris et le mica noir, on dit que la nuance du granit est grise. Si l'orthose est rouge, il est appelé granit rouge.

Généralement sa texture est granitoïde; quelquefois il existe des cristaux d'orthose plus volumineux que ceux des autres éléments, et alors on dit que la texture du granit est porphyroïde.

C'est à l'orthose et au quartz que cette roche doit sa grande dureté. Sa solidité dépend de la manière dont les cristaux sont agrégés entre eux. Plus ils sont petits et serrés, plus la ténacité du granit est grande.

Les granits de qualité inférieure sont assez faciles à reconnaître. Ils sont à pâte grossière, d'un grain peu serré, d'une texture non régulière et quelquefois d'un aspect feuilleté. C'est par l'altération de l'orthose que les granits peuvent se décomposer et finir par s'égrener peu à peu. Le mica et surtout le quartz sont, au contraire, en quelque sorte indestructibles. Ce sont donc les granits dont la pâte homogène contient le plus de ces deux éléments qu'on doit préférer comme matériaux d'une solidité à toute épreuve.

Gisement du Granit. — Cette roche constitue presque à elle seule le terrain primitif. Elle est exploitée en grand dans le nord de l'Europe; la Hollande emploie beaucoup de granits provenant de la Suède et de la Norwége. En Écosse et en Angleterre, on rencontre d'immenses carrières en exploitation depuis fort longtemps. La France en possède un grand nombre dans les localités suivantes : à Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord), aux environs de Vire (Calvados), à Coulouvray, Saint-Pois, Villedieu, Saint-Clair, Bois-du-Gast, près de Saint-Sever; à Flamanville, Reville, près de Cherbourg (Manche), et sur beaucoup d'autres points de la Normandie.

On rencontre aussi des granits dans presque toutes les autres contrées de la France, en Bretagne, en Auvergne, dans les Vosges, les Pyrénées, les Alpes, partout enfin où existe le terrain primitif.

En Belgique, on tire un granit bleu connu sous le nom de *porphyre de Lessines*.

Emploi de la Roche granitique. — Les agents atmosphériques n'ayant que peu d'action sur les granits, il en résulte que leur emploi est très-avantageux dans les constructions. Ils sont surtout d'un très-grand usage pour le pavage des rues dans les traverses des villes. On en fait en outre des bordures de trottoirs, des dalles pour couvrir des bouches d'égouts, des marches d'escaliers, etc.

L'usage du granit est très-répandu comme pierre à bâtir dans certaines parties de la Bretagne, de la Normandie et des Vosges. En Angleterre, c'est la seule pierre employée pour la construction des grands ponts. Nous en possédons aussi quelques-uns en France qui sont construits avec cette roche.

Les Chinois ont construit en granit les tours de leur fameuse muraille. Rio-Janeiro, belle ville de l'Amérique méridionale, est presque entièrement bâtie avec un beau granit gris que l'on extrait dans des carrières ouvertes dans la ville même.

Le granit de Belgique est employé à Paris depuis quelques années au pavage des rues. Il a l'avantage de ne pas s'altérer à l'air et de résister très-bien aux chocs et à l'écrasement.

L'inconvénient le plus grave que présente le pavage fait avec le granit de Belgique est de se polir sous l'action de la circulation et de devenir très-glissant dans les temps humides surtout. On y remédie, en partie, en employant des pavés d'un petit échantillon, de manière à multiplier les joints et à former ainsi des points d'appui pour les pieds des chevaux. On adopte généralement des échantillons présentant de $0^m,10$ à $0^m,15$ dans tous les sens.

Beauvais (Oise). JULES LAFFINEUR.

*(La suite prochainement.)*

---

## CHIMIE INDUSTRIELLE.

---

# VERNIS A L'ÉTHER,

PAR **M. VIOLETTE.**

---

Les vernis à l'éther ne paraissent pas avoir, jusqu'à ce jour, un emploi sérieux dans les arts. Ils se distinguent par une très-rapide dessiccation, qui, selon la circonstance, peut être un avantage ou un inconvénient. *Tingry* signale un seul vernis de ce genre, sous le nom de *vernis de copal à l'éther*, qu'il recommande pour réparer les émaux sur bijoux, mais dont je mets l'existence en doute, parce que l'éther ne dissout pas le copal naturel. Je proclame, au contraire, l'existence de ces vernis, obtenus par la solution facile dans l'éther de tous les copals, lorsqu'ils ont perdu, par fusion préalable, environ un quart de leur poids, et je désire que leurs qualités soient appréciées par l'expérience.

Les matières employées dans ces vernis et que nous allons successivement examiner, sont les suivantes :

*Éther;*
*Résines copals.*

L'éther est une substance qu'on obtient en faisant réagir l'acide sulfu-



rique sur l'alcool. C'est un liquide incolore, très-fluide, d'une odeur particulière, forte et pénétrante, d'une saveur d'abord âcre, brûlante et douceâtre, puis fraîche. Il ne possède aucune réaction acide ou alcaline, ne conduit pas l'électricité, et réfracte fortement la lumière; sa densité est de 0,712 à 24°,77; il est très-volatil, et bout à 35°,6, sous la pression barométrique de $0^m,760$; il distille sans altération; la vapeur qui se forme est très-dense; ramenée par le calcul à 0° et à la pression de $0^m,760$, la densité de cette vapeur est de 2,565. Cette circonstance, l'inflammabilité et la grande volatilité de l'éther expliquent facilement les graves accidents que ce produit a souvent occasionnés. En effet, quand on transvase de l'éther, il répand d'abondantes vapeurs, que leur densité amène dans les parties inférieures de l'appartement; quand on n'est pas éloigné d'une cheminée ou d'une lumière, elles peuvent s'y enflammer et propager l'incendie jusqu'à l'éther lui-même. En pareil cas, il faut conserver assez de présence d'esprit pour boucher immédiatement le flacon. Dans tous les cas, il est prudent de conserver l'éther dans des flacons d'un petit volume, un demi-litre par exemple, et de le manier loin de tout foyer allumé.

L'éther est très-inflammable, comme nous venons de le dire, et brûle avec une flamme blanche et fuligineuse sans laisser de résidu. Il est décomposé avec inflammation par le chlore gazeux. Il est également décomposé par les acides minéraux à chaud; les alcalis n'ont sur lui qu'une faible action. Il dissout très-bien le brome et l'iode, ainsi qu'une certaine quantité de soufre et de phosphore. Il dissout le caoutchouc, qu'il ramène à l'état d'émulsion. Il dissout aussi nombre de sels métalliques, tels que le chlorure d'or, le nitrate de mercure, etc., qu'il enlève même à leurs dissolutions aqueuses, pourvu qu'elles soient acides. Il dissout également les résines copals et karabé, qui, par une fusion préalable au feu, ont perdu environ le 1/5 de leur poids. Il est soluble dans 9 parties d'eau, et se mêle dans toutes proportions avec l'alcool auquel il communique sa saveur et son odeur.

La préparation de l'éther consiste à distiller un simple mélange d'alcool et d'acide sulfurique, et à purifier le produit par l'eau, les alcalis et une nouvelle distillation. Nous renvoyons aux traités spéciaux de chimie pour les détails de cette délicate préparation.

COPALS.—Ces résines présentent le plus haut intérêt au vernisseur, parce qu'elles sont les substances les plus généralement employées. Nous étudierons plus tard leurs propriétés et leurs variétés.

Le copal tendre, ou *dammar*, est seul soluble dans l'éther; les autres copals durs et demi durs y sont naturellement insolubles, mais s'y dissolvent fort bien après avoir perdu au feu, dans une fusion préalable, environ le quart ou le cinquième de leur poids.

FABRICATION DES VERNIS A L'ÉTHER. — Cette fabrication est simple, il suffit de mettre en contact, en vase clos, l'éther et la résine, et de favoriser la solution par une légère agitation, et, au besoin, une faible chaleur, qui ne doit pas dépasser celle où l'éther entre en ébullition.

VERNIS N° 1 (*Tingry*).

| | |
|---|---|
| Copal ambré. . . . . . . . . . . . . . . . . | 150 gr. |
| Éther pur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,000 — |

Mettez le copal en poudre très-fine : introduisez-le par petites parties dans le flacon qui contient l'éther; bouchez le flacon avec un bouchon de verre ou de liége; agitez le mélange pendant une demi-heure, et laissez-le en repos jusqu'au lendemain. Si, en secouant le flacon, les parois intérieures se couvrent de petites ondes; si la liqueur n'est pas très-claire, la solution n'est pas complète; ajoutez alors un peu d'éther (environ 80 grammes), et laissez le mélange en repos. Le vernis est d'une légère couleur citrine.

Il me paraît étonnant que la découverte de cette propriété qu'a l'éther de se charger du copal ait échappé à Macquer, qui a tourmenté le caoutchouc dans ces mêmes vues. Il est vraisemblable que la connaissance qu'il avait du peu d'énergie de l'éther sur le succin l'a détourné de l'idée d'en faire l'essai sur le copal, dont on s'accoutumait alors à confondre les propriétés avec celles du succin.

L'affinité de l'éther avec le copal est telle que, lorsqu'on verse la poudre dans le flacon, des parties de cette poudre, saisies par la vapeur qui s'échappe du flacon, forment bientôt de petites stalactites filandreuses, qui se prolongent depuis l'extrémité de la carte qui supporte la poudre, et à laquelle elles restent attachées, jusque assez avant dans le col du flacon. L'attraction de la fine limaille de fer mise en jeu par la présence d'un barreau aimanté donnerait aux personnes familières avec les effets magnétiques une parfaite image de ce qui se passe ici.

Lorsqu'on présente le copal à l'éther par petites portions, comme je l'indique, la poudre qui gagne le fond prend la forme d'une petite masse dont le volume diminue d'une manière très-sensible; elle se comporte, dans cette circonstance, comme le ferait un morceau de sucre dans de l'eau froide, à l'exception des bulles d'air qui se dégagent du sucre et qui n'ont pas lieu avec le copal.

Le copal sans couleur ou très-peu coloré passe moins promptement et en moindre quantité dans l'éther; le copal fortement ambré est celui qui m'a paru réussir le mieux.

Par l'aperçu des solutions que j'ai opérées, on peut porter à un quart pour le plus, et à un cinquième pour le moins, la quantité du copal unie à l'éther.

Des raisons d'économie semblent restreindre l'emploi du vernis éthéré de copal à la réparation des accidents qui arrivent fréquemment aux émaux sur bijoux, en servant de glace aux vernis colorés qu'on emploie pour réparer les fractures, ou rétablir l'ensemble des diverses peintures ou dessins éclatés.

L'extrême volatilité de l'éther et surtout son prix élevé ne permettent guère d'en recommander l'application pour d'autres objets que ceux que nous indiquons.

Je l'ai vu appliquer sur bois avec un plein succès, et la glace qui en résultait réunissait la solidité au brillant. Souvent il bouillonne sous le pinceau par l'effet de la trop prompte évaporation du liquide. Je suis cependant parvenu à la retarder, en passant sur le bois une légère couche d'huile essentielle de romarin ou de lavande, ou de térébenthine, que j'enlevais ensuite avec un linge; ce qu'il en restait suffisait pour retarder l'évaporation de l'éther (*Tingry*).

Si Tingry a employé à son insu du copal tendre ou dammar, j'admets sa recette; mais il eût certainement et complétement échoué avec les copals durs et demi-durs, qui sont absolument insolubles dans l'éther. On ne peut faire du vernis au copal avec l'éther qu'en employant soit le copal tendre (*dammar*), soit les autres copals, mais après que ceux-ci ont perdu, par fusion préalable, le 1/4 ou le 1/5 de leur poids.

VERNIS N° 2.

| | |
|---|---|
| Copal tendre *dammar*. . . . . . . . . . . | 500 gr. |
| Éther sulfurique. . . . . . . . . . . . . . . | 1,000 — |

La solution se fait à froid.

VERNIS N° 3.

| | |
|---|---|
| Copal dur ou demi-dur (*rendu soluble*). . . | 500 gr. |
| Éther sulfurique. . . . . . . . . . . . . . . | 1,000 — |

Nous savons ce que nous entendons par l'expression : *rendu soluble*.

Ces vernis sont extrêmement volatils, c'est à l'expérience à décider de leur emploi.

VIOLETTE, Chimiste.

---

**Fabrication de l'orange d'aniline.**

Quand on fabrique le rouge d'aniline au moyen de l'aniline et du nitrate de mercure, on purifie, comme on sait, ce rouge en faisant bouillir le dépôt de résine, puis cristalliser la dissolution. L'eau mère retient de petites quantités de pigments violets ou bruns avec beaucoup d'orange d'aniline que l'on isole facilement en ajoutant du sel marin; toutes les matières étrangères se précipitent alors; seul, le pigment orange demeure en dissolution; on évapore et on traite le résidu par de l'alcool qui dissout la matière colorante; l'eau bouillante la dissout également; l'eau froide agit à peine.

La couleur est d'un orange doré qui convient à merveille à la laine et à la soie. Avec l'ammoniaque, cette couleur devient d'un jaune clair qui repasse à l'orange sous l'influence des acides.

L'auteur, M. Jacobsen, pense en faire des laques jaunes pour recouvrir des instruments d'optique, des feuilles d'étain.

Cette matière colorante se vend à raison de 100 fr. le kil.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.



# DU GAZ A L'EAU ET DE LA CARBURATION

Par M. **Henri BERGÉ** (de Bruxelles)[1].

Il est incontestable que la matière première la plus abondante et la moins coûteuse qu'on puisse se procurer pour extraire le gaz hydrogène, c'est l'eau. Mais, en général, la décomposition de ce liquide est une opération assez coûteuse. Le procédé le plus économique consiste à décomposer la vapeur d'eau en la faisant passer à travers des charbons incandescents; on obtient ainsi un mélange d'hydrogène, d'hydrogène carboné, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Ce dernier étant absorbé par la chaux, il reste trois gaz éminemment combustibles, mais d'un pouvoir éclairant très-faible. En 1832, M. Jobard, de Bruxelles, a eu l'idée de communiquer à ces gaz la propriété qui leur manque, en les saturant de carbures d'hydrogène liquides et volatils, tels que ceux qu'on obtient par la distillation des schistes bitumineux, des goudrons ou des huiles de pétrole brutes.

En 1834, Selligue a monté aux Batignolles, près Paris, une usine qui a fonctionné d'après ces principes. Le gaz provenait de la décomposition de l'eau par le charbon de bois et allait se carburer, c'est-à-dire se charger d'huiles riches en carbone, en passant dans des cylindres de fonte remplis de chaînes de fer ou de ferrailles sur lesquelles coulait un filet continu d'huile de schiste. L'entreprise de Selligue n'eut pas de suite.

En 1846, M. Gillard imagina de rendre le gaz à l'eau éclairant en interposant au milieu de la flamme un petit cylindre formé par une toile de platine composée de fils très-fins et à mailles très-serrées. Le métal, porté au rouge blanc par la combustion du gaz, devient resplendissant de lumière et persiste dans cet état tant qu'il est chauffé par le gaz hydrogène. C'est donc la toile de platine qui éclaire, et comme elle est immobile, l'œil n'est point fatigué de son éclat; tandis que la flamme du gaz est vacillante, irrégulière et d'intensité variable. On a improprement désigné ce mode d'éclairage sous le nom de *gaz-platine*. M. Christofle a éclairé ses ateliers de dorure et d'argenture par ce procédé pour éviter la fumée et les émanations sulfureuses qui ternissent si facilement l'argenture, et qu'il est impossible d'éviter d'une manière complète avec le gaz de houille.

Voici la description succincte des appareils propres à la fabrication du

1. Conférences de l'Hôtel de Ville de Bruxelles.

gaz à l'eau[1]. On se sert de cornues en fonte CC disposées dans un fond semblable à celui dont on se sert pour la fabrication du gaz de houille. Ces cornues sont chargées de 40 kilogrammes de houille ou de coke et sont maintenues à une température un peu plus élevée que le rouge cerise clair. On fait arriver de la vapeur d'eau dans l'intérieur des cornues par des tuyaux *a*, *a*, munis d'orifices très-étroits. La vapeur est fournie par un générateur B chauffé par la chaleur perdue du fourneau; cette vapeur est surchauffée en passant par la flamme du foyer A. Il est nécessaire de surchauffer la vapeur pour éviter le refroidissement du coke et pour accélérer la décomposition de l'eau tout en réalisant une économie de chauffage.

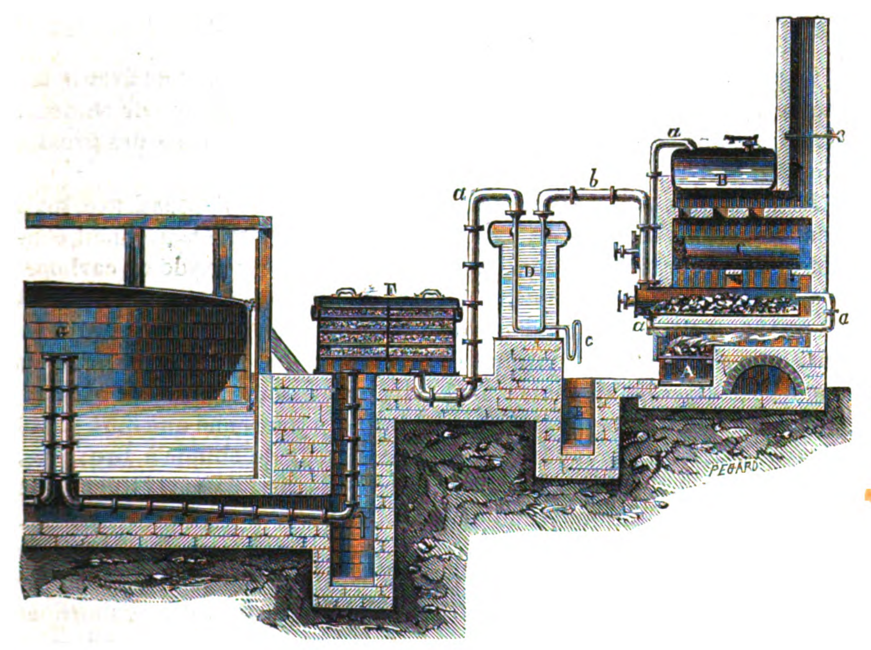



Figure 5.

Après huit à dix heures de chauffe, on introduit une nouvelle charge de houille ou de coke.

1. Ensemble des appareils employés à la fabrication du GAZ A L'EAU. Nous avons introduit quelques légères modifications aux dispositions généralement adoptées.

A. Foyer destiné à chauffer les cornues CC et à surchauffer la vapeur.
B. Chaudière à vapeur chauffée par la chaleur perdue du foyer A.
CC. Cornues chargées de coke.
D. Appareil réfrigérant, système Haeck, destiné à condenser la vapeur d'eau non décomposée.
E. Réservoir pour l'eau de condensation.
F. Caisse d'épuration à la chaux.
G. Gazomètre.
*a*. Tuyau d'entrée de la vapeur.
*b*. Tuyau de sortie du gaz.
*c*. Siphon d'épuisement.

Les produits gazeux s'échappent par le tuyau *b* et vont se rendre dans un condensateur du système Haeck D, dont nous avons proposé l'emploi. La vapeur d'eau non décomposée se condense, et le dégorgement du condenseur se fait par un tube *e*, syphon *c*; ces eaux de condensation sont recueillies dans un réservoir E. Les gaz dépouillés de vapeurs aqueuses passent daus les caisses d'épuration F, où ils sont dépouillés de l'acide carbonique par la chaux hydratée; puis ils passent dans le gazomètre G.

Le gaz ainsi obtenu est sans odeur; il ne noircit pas les peintures à la céruse ni les objets d'argent, et brûle sans donner de fumée.

M. Gillard, qui opère la décomposition de l'eau par le charbon de bois, a constaté que le gaz à l'eau rendu éclairant par le platine aurait un pouvoir éclairant plus considérable que le gaz de houille. (Girardin, t. I, p. 348.)

Le pouvoir calorifique du gaz à l'eau est considérable, et un avenir immense appartient à l'application de ce gaz comme source de chaleur. M. Christofle l'emploie avec succès pour faire les soudures des grosses pièces d'orfévrerie.

Le gaz à l'eau présente généralement un inconvénient assez grave, mais dont on a, nous semble-t-il, exagéré l'importance; cet inconvénient consiste dans la présence d'une forte proportion de gaz oxyde de carbone. D'après M. Langlois, la quantité d'oxyde de carbone serait de 20 à 42 p. 100; mais il est bon d'ajouter que le gaz sur lequel M. Langlois a fait ses analyses était un produit de laboratoire, préparé par lui dans des conditions assez défavorables. M. Verver, professeur de chimie à Maestricht, n'a trouvé dans le gaz à l'eau fabriqué à Narbonne que 3.54 p. 100 d'oxyde carboné; M. Vanden Broeck, professeur de chimie à Bruxelles, y a constaté 3.47 p. 100; enfin les analyses de MM. Barruel, Durfaux et Prax ont donné une moyenne de 2.5 à 5 p. 100 d'oxyde de carbone. Nous ne comprenons pas, du reste, pourquoi la présence de l'oxyde de carbone dans le gaz à l'eau pourrait en faire condamner l'emploi, car l'oxyde de carbone existe dans le gaz à la houille dans des proportions assez fortes; en 1861, nous avons constaté que le gaz de Bruxelles en contenait 7 p. 100, et M. Payen indique 7.7 p. 100 comme la quantité moyenne d'oxyde de carbone que renferme le gaz de houille bien préparé. Certes, l'oxyde de carbone exerce une action très-nuisible sur nos organes, mais tous les jours nos foyers domestiques en produisent et nous en respirons sans beaucoup nous en préoccuper; le gaz ordinaire en contient et nous n'en éprouvons aucun inconvénient. Mais, objecte-t-on, en cas de fuite on aurait à redouter les effets pernicieux de l'oxyde de carbone; nous répondrons qu'il faut éviter les fuites, et surtout les fuites importantes. Mais, dit-on encore, le gaz à l'eau n'ayant pas d'odeur est très-dangereux parce qu'on ne s'aperçoit pas aisément des fuites. Nous répondrons à cette objection qu'il serait facile de rendre le gaz à l'eau aussi *puant* qu'on le désire, et que du reste on peut facilement se rendre compte des fuites par différents procédés. L'indicateur des fuites de Cantagrel n'a pas d'autre usage et atteint parfaitement ce but.

Le gaz à l'eau convient aussi parfaitement comme moyen de chauffage : la puissance calorifique du gaz à l'eau est de 26.900 calories, tandis que la puissance calorique du gaz d'éclairage n'est que de 13,000 à 16,500 calories.

---

De la Fabrication du gaz. — D'après le journal *Mining and petroleum standard and american Gas-Light Journal*, de New-York, la valeur du charbon pour la fabrication du gaz varie à l'infini, et l'analyse est le seul moyen de reconnaître la différence des qualités du charbon provenant d'une même mine et d'une même veine, et il faudrait analyser chaque approvisionnement par chaque 10,000 kilog.

On ne peut pas cependant faire de grands approvisionnements d'avance, à cause des dangers de combustion spontanée lorsque le charbon est en grande masse.

Le journal *Herald* a signalé dernièrement qu'une masse de 70,000 tonnes de charbon de terre a pris feu spontanément dans l'usine du *Metropolitan gas works*, et, quoique ce chiffre puisse paraître exagéré, la combustion spontanée est un fait incontesté.

H. BERGÉ, Professeur de chimie.

---

# ÉTUDE SUR LES EAUX DE PARIS

---

**Eaux de puits, — de puits artésiens. — Eaux de la Seine, — leur altération par les égouts. — Eaux du canal de l'Ourcq, — de la Dhuys, — de la Marne, — leur analyse.**

Par **M. Émile MONIER**,

Membre de la Société chimique de Paris.

---

L'eau joue un rôle très-important dans l'alimentation, dans l'économie domestique et dans l'industrie; les conditions de pureté et de salubrité qu'elle peut offrir forment un sujet d'études préoccupant vivement les esprits en Angleterre et surtout en France.

Nous ne nous occuperons ici que de la partie scientifique de cette question et nous donnerons, dans les lignes qui suivent, quelques méthodes pratiques pour l'essai des eaux au point de vue de l'industrie et de l'alimentation.

# I

## EAUX DE PUITS.

Les eaux de puits servaient autrefois à Paris; les anciennes maisons en renferment encore, mais généralement ils sont abandonnés aujourd'hui, les infiltrations du sol dues aux égouts et aux fosses d'aisances rendant leurs eaux insalubres. Les eaux de puits (Paris) sont remarquables par leurs proportions de substances salines : sulfate de chaux, carbonates et sel marin. Les eaux de Belleville, par exemple, en renferment par mètre cube jusqu'à 2k,500, c'est environ douze fois ce que contiennent celles de la Seine à Bercy. On sait que les eaux séléniteuses sont impropres à la cuisson des légumes; ceux-ci, sous l'influence du sulfate de chaux, deviennent tellement coriaces, qu'ils sont d'une digestion très-difficile. La dureté de l'eau exerce sur la qualité de l'infusion de thé une action très-fâcheuse et facile à observer. L'arome est toujours moindre avec les eaux séléniteuses, et il faut employer beaucoup plus de thé pour obtenir la même force et la même coloration.

A l'hospice de la vieillesse de Bolton on a plusieurs fois essayé d'augmenter la moitié de la ration de thé et de remplacer l'eau potable par des eaux dures : les vieilles pensionnaires, sans être prévenues, n'ont jamais manqué de s'en apercevoir et de se plaindre au directeur de la diminution de la force de leur thé.

A Paris les eaux de puits servent encore aux boulangers pour la confection de leur pâte; de là une économie sur l'emploi du sel, car elles sont très-chargées en substances salines de toute nature, comme le montrent les résultats suivants :

*Eaux de puits à Belleville* (1 litre) :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 0gr.400 |
| Plâtre ou sulfate de chaux | 1 .100 |
| Sulfate de soude | 0 .520 |
| Sel marin | 0 .400 |
| Total | 2gr.420 |

Voici quelques autres résultats d'analyses.

| | Substances minérales totales. | |
|---|---|---|
| École militaire (puits) | 2gr.147 | pour 1 litre. |
| Passy, caserne de la gendarmerie | 1 .860 | — |
| Ternes et Neuilly | 2 .430 | — |
| Fort du Mont-Valérien (Poggiale) | 1 .980 | — |

De telles eaux sont impropres à l'alimentation des générateurs : l'eau qui alimente les chaudières doit jouir de la plus grande pureté possible; car comme elle doit se vaporiser, les sels qu'elle contient, de quelque nature qu'ils soient, se déposent sur les parois de la chaudière, et forment une croûte épaisse qui empêche le contact de l'eau. De là de terribles explosions.

## II

### EAUX DE PUITS ARTÉSIENS.

Paris est au centre d'un bassin formé de trois couches principales non compris le terrain de transport, qui est superficiel; les premières couches sont composées d'argile plastique, de craie blanche; vient ensuite la marne bleue ou gault, puis les sables verts où se trouvent les eaux jaillissantes qui alimentent les puits de Grenelle et de Passy. Ces eaux jaillissent d'une profondeur d'environ 580 mètres, leur température est de 28 degrés centigrades, et leur composition est sensiblement la même.

Il résulte des expériences que les ingénieurs de la ville ont faites sur les puits de Passy et de Grenelle, qu'à Paris on ne peut forer deux puits à la distance de 3,500 mètres sans qu'ils exercent l'un sur l'autre une influence prompte et durable.

Le débit du puits de Grenelle, qui était de 630 litres par minute, s'est abaissé à 420 litres lorsque les eaux de Passy ont commencé à jaillir. Le débit de ces dernières s'est élevé dès l'origine à 16,700 mètres cubes en 24 heures, depuis il s'est considérablement abaissé, et cela tient à la perforation d'un des tubes du tuyau d'ascension. M. Dru, ingénieur civil, successeur de M. Mulot, a été chargé dernièrement de rétablir le tuyau d'ascension dont les parois étaient beaucoup trop faibles.

Les eaux des puits de Grenelle et de Passy sont remarquables par leur limpidité et leurs faibles proportions de substances salines; celles de Grenelle renferment, d'après M. Payen :

| | |
|---|---|
| Silice | 0.006 |
| Chaux | 0.038 |
| Magnésie | 0.007 |
| Potasse | 0.026 |
| Acide sulfurique | 0.003 |
| Chlore | 0.006 |
| Acide carbonique | 0.052 |
| Substances organiques | 0.003 |
| Total pour 1 litre | 0.141 |

M. Péligot a fait une étude particulière de l'eau du puits de Grenelle, au point de vue des gaz qui s'y trouvent en dissolution. Soumise à l'ébullition, elle a donné par litre 23 centimètres cubes de gaz renfermant 22 0/0 d'acide carbonique; après l'absorption de celui-ci par la potasse, le mélange gazeux contenait :

| | |
|---|---|
| Azote | 92.6 |
| Oxygène | 7.4 |
| | 100.0 |

Cette analyse établit une différence bien sensible avec la composition des eaux de rivières qui renferment en dissolution une quantité considérable d'oxygène.

Pour terminer ce qui est relatif aux puits de Passy et de Grenelle, nous donnons, d'après *le Moniteur*, leurs débits primitifs. Le puits de Passy, avec un tube d'ascension s'élevant à 37 mètres au-dessus du niveau du sol, a donné de 8,000 à 8,200 mètres cubes en 24 heures, soit 5,600 à 5,700 litres à la minute. Le puits de Grenelle dont le débit s'était abaissé à 420 litres s'est relevé à 450 par minute. A Passy le tube prolongé est en tôle, il a 40 centimètres de diamètre; avant son établissement le débit était de 16,700 mètres cubes par 24 heures, il s'était donc réduit de moitié. Le volume d'eau de ce puits, ainsi que nous l'avons dit plus haut, s'est considérablement réduit, et on est en train de remplacer les tuyaux qui se sont perforés, de cette manière l'on rendra à ce puits son débit primitif.

Paris aura bientôt deux nouveaux puits artésiens semblables aux précédents. Leur forage est déjà très-avancé; l'un de ces puits se trouve à la *Butte-aux-Cailles*, et le second dans la cour de la raffinerie de M. Constant Say (quartier du chemin de fer d'Orléans).

## III

### EAUX DE SEINE.

Les eaux de la Seine sont excellentes en amont de Paris (Bercy); à leur sortie, ces eaux sont souillées par la Bièvre et un grand nombre d'égouts provenant surtout de la rive gauche. La création du collecteur d'Asnières, qui reçoit presque tous les égouts de la rive droite, a été, pour les habitants de Paris, un bienfait incontestable; les eaux de Seine prises à Passy, par exemple, sont évidemment meilleures depuis quelques années.

Voici, d'après M. Hervé-Mangon, la composition des eaux de la Seine en aval de Paris :

*Réservoir de Passy.*

| | |
|---|---|
| Résidu argilo-siliceux | 0gr,014 |
| Oxyde de fer | 0 .006 |
| Chaux | 0 .107 |
| Magnésie | 0 .008 |
| Soude | 0 .011 |
| Chlore | 0 .006 |
| Acide sulfurique | 0 .051 |
| Matières organiques | 0 .019 |
| Acide carbonique | 0 .077 |
| Total des substances minérales | 0gr.299 pour 1 litre. |

Les eaux du réservoir de Montmartre provenant de la Seine à Saint-Ouen renferment :

| | |
|---|---|
| Résidu argileux | 0gr.016 |
| Alumine et oxyde de fer | 0 .019 |
| Chaux | 0 .104 |
| Magnésie | 0 .009 |
| Soude | 0 .010 |
| Chlore | 0 .004 |
| Acide sulfurique | 0 .048 |
| Matières organiques | 0 .023 |
| Acide carbonique | 0 .070 |
| Total des substances minérales | 0gr.303 pour 1 litre. |

La quantité d'ammoniaque était pour les eaux de Passy de 0m,0006 par litre et pour celles du réservoir Montmartre de 0m,0003; cependant ces dernières avaient une odeur désagréable et caractéristique. L'ammoniaque ne serait donc pas toujours en rapport avec l'insalubrité d'une eau.

Les eaux de la Seine avant leur entrée à Paris renferment, d'après M. H. Deville, 0g,244 de substances minérales par litre; MM. Boutron et Henry avaient trouvé sensiblement le même nombre (0g,240) pour les eaux prises au pont d'Ivry.

*Altération des eaux de la Seine par les égouts.*

Il est peu de substances plus importantes à déterminer que les matières organiques d'une eau, et cependant cette détermination a été très-souvent négligée. La putréfaction d'une eau est généralement produite par les matières azotées qui s'y trouvent dissoutes. Ces substances enlèvent avec une grande facilité l'oxygène à quelques principes minéraux, et la fermentation peut aller très-loin. Ainsi, si une eau renferme du sulfate de chaux (les eaux de Paris), il se forme, par l'oxygène absorbé, du sulfure de calcium et par suite de l'hydrogène sulfuré, dont les plus faibles proportions empoisonnent tout le poisson d'une rivière.

Parmi les réactifs proposés jusqu'à présent pour déceler et doser approximativement les matières organiques d'une eau, le permanganate de potasse[1] doit être mis au premier rang; ce réactif à l'état de pureté, dissous dans l'eau, lui communique une magnifique couleur rosée, d'un pouvoir colorant excessivement grand, car un milligramme de ce sel peut communiquer une coloration rosée à un litre d'eau distillée. En versant une solution de permanganate dans une eau acidulée, on observe que le volume réduit ou décoloré est proportionnel à l'insalubrité de cette eau; ce problème est donc ramené à déterminer en milligrammes le poids du réactif réduit. J'ai appliqué cette méthode à l'essai des eaux de la Seine prises à Paris et Asnières. Ces dernières sont, comme on le sait, rendues insalubres par le grand égout collecteur. Le 5 octobre dernier, pour une hauteur d'eau de (— 70 centimètres) à l'échelle du pont Royal, les eaux de Bercy ont décomposé de 5 à 6 milligrammes de permanganate

1. Émile Monnier, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 11 juin 1860 et 23 octobre 1865. *Annales du Génie civil*, 4e année, page 781.

par litre; au pont d'Asnières, c'est-à-dire à une vingtaine de mètres en amont de l'égout, le poids du réactif réduit variait de 6 à 7 milligrammes; à 500 mètres en aval de l'égout, les eaux ont décomposé jusqu'à 16 milligrammes de sel par litre; ici, comme on le voit, et sous l'influence du grand collecteur, les substances insalubres ont plus que doublé. Enfin, au pont de Saint-Ouen, le poids du réactif décoloré était encore de 9 milligrammes; l'on voit cependant que ces eaux ont déposé, sur un parcours de quelques kilomètres, une grande partie de leurs substances insalubres, mais elles sont bien moins pures que les eaux de Bercy, qui ne réduisent, pour le même volume, que 5 milligrammes de permanganate de potasse.

Quant aux eaux de l'égout d'Asnières, elles décomposaient à la même époque jusqu'à 105 milligrammes de permanganate par litre. Elles sont beaucoup plus impures que celles de la Bièvre qui, en 1860, ne réduisaient que 58 milligrammes du même sel.

La nature de l'eau sortie de l'égout d'Asnières, son odeur d'urine putréfiée, ont conduit M. Péligot à la soumettre à un examen attentif; le résidu laissé par l'évaporation a été traité par l'alcool absolu, et la solution a été évaporée au bain-marie; ce nouveau résidu redissous a été dialysé en évaporant l'eau dans laquelle plongeait le dialyseur, et traitant le résidu par l'acide nitrique, M. Péligot a obtenu du nitrate d'urée; l'eau de l'égout filtrée renfermait en outre par litre $0^{gr},867$ de matières en dissolution; le titre hydrotimétrique était de 53 degrés seulement, résultat dû à ce que les matières organiques ont peu d'influence sur l'hydrotimètre.

Cet examen de l'eau d'Asnières montre que ce n'est pas sans raison que les habitants des rives baignées par ces eaux infectes se plaignent de la manière dont on pratique la centralisation à leur égard; il est bien à souhaiter que le travail de l'égout soit continué et que l'agriculture soit mise promptement en possession de matières dont elle tirera le plus utile parti et qui sont actuellement, pour les pays qui les reçoivent, une cause de malaise et de désolation. Dans son rapport au conseil général du département de Seine-et-Oise, M. Barré établit que la ville de Paris verse chaque jour dans la Seine environ 42,500 mètres cubes d'eau insalubre, et 2,000 mètres cubes de vidange des voiries; il attribue à l'infection portée sur un seul point, Asnières, les plus tristes effets, et notamment l'empoisonnement du poisson. Selon lui, les excellentes vues de la nouvelle loi sur la pêche seront stériles, si l'on ne s'oppose pas à ce qu'il soit plus longtemps jeté dans la Seine des matières capables d'asphyxier le poisson, et notamment de la vidange. M. Barré nous apprend que, malgré la vigilance de l'autorité, des quantités considérables de ce poisson empoisonné ont été vendues à la halle de Paris. Je dirai ici, en passant, que quelques-uns de nos pêcheurs les plus intelligents, ayant eu l'idée de jeter dans des bassins alimentés par de l'eau de puits des poissons mourants, pêchés par milliers de kilos, la fraîcheur de ces eaux les raviva assez rapidement, preuve qu'il y avait asphyxie et non épidémie.

Voici, pour terminer ce qui est relatif aux matières organiques des eaux, la méthode que j'emploie pour préparer la liqueur titrée.

On dissout 1 gramme de permanganate cristallisé et pur dans 1 litre d'eau distillée, soit un milligramme de ce sel par centimètre cube, puis à l'aide d'une burette graduée on verse goutte à goutte cette liqueur dans l'eau à essayer. Cette eau doit être portée à une température fixe de 65°, puis acidulée par 2 millièmes d'acide sulfurique; à cette température l'oxydation des matières organiques marche rapidement, et lorsque la teinte rosée du réactif est persistante, on lit sur la burette le volume versé dont chaque centimètre cube représente un milligramme de permanganate sec ou cristallisé.

Cet essai peut se faire commodément en employant un demi-litre d'eau.

## IV

### EAUX DU CANAL DE L'OURCQ, DE LA MARNE ET DE LA DHUYS.

Le canal de l'Ourcq peut fournir un volume d'eau d'environ 80,000 mètres cubes par jour destinés à l'embellissement des places et des promenades, et l'arrosement des rues et des égouts[1]. Ce sont les eaux les plus chargées en sels calcaires et elles sont séléniteuses, car elles renferment des proportions très-sensibles de plâtre ou sulfate de chaux en dissolution. Voici d'ailleurs l'analyse de ces eaux, d'après MM. Henry et Bouchardat:

*Eau du canal de l'Ourcq.*

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 0gr.158 |
| — de magnésie | 0 .075 |
| Sulfate de chaux | 0 .080 |
| Sulfate de soude | 0 .095 |
| Sel marin et chlorure de calcium | 0 .113 |
| Silice et oxyde de fer | 0 .069 |
| Total pour 1 litre | 0gr.590 |

Ces eaux renferment donc par litre près de 6 décigrammes de sels calcaires, ou trois fois plus de sels environ que les eaux de Seine à Bercy.

Les eaux de l'Ourcq dissolvent difficilement le savon et ne cuisent qu'imparfaitement les légumes.

*Eaux de la Marne et de la Dhuys.*

L'on vient de construire pour les eaux de la Marne à Ménilmontant un réservoir d'une capacité d'environ 40,000 mètres cubes. Ce réservoir est souterrain, il est placé sous celui des eaux de la Dhuys. Le réservoir su-

1. Genyés. *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux.* Introduction.



périeur (celui de la Dhuys) est également souterrain; sa capacité est de 50,000 mètres cubes, la température de ces dernières eaux ne s'élève pas, même par les grandes chaleurs, à plus de 13 degrés; elles sont un peu plus chargées en sels calcaires que les eaux de la Seine en amont. Leur titre hydrotimétrique, d'après M. Belgrand, est 23 degrés, celui de la Seine variant entre 17 et 21 degrés.

Les eaux de la Dhuys sont très-limpides et ne renferment pas de sulfate de chaux, elles ont tous les caractères des eaux potables.

Les eaux de la Marne, qui ne doivent servir qu'à l'arrosage des rues, etc., sont beaucoup plus impures; elles donnent à l'analyse les nombres suivants :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique libre | 0gr.013 |
| Carbonate de chaux | 0 .301 |
| — de magnésie | 0 .120 |
| Sulfate de chaux | 0 .022 |
| — de magnésie | 0 .018 |
| Sel marin | 0 .020 |
| Silice | 0 .030 |
| Total pour 1 litre | 0gr.524 |

Nous passerons maintenant à la description des méthodes les plus simples servant à l'essai et l'analyse des eaux potables, et nous commencerons la seconde partie de cette étude par l'hydrotimétrie.

## V

### HYDROTIMÉTRIE.

Depuis quelques années l'on emploie beaucoup, pour l'essai des eaux, une méthode qui a l'avantage de ne demander que quelques minutes pour son exécution. L'hydrotimétrie, c'est ainsi qu'on nomme ce nouveau procédé, a pour point de départ les curieuses observations du docteur Clarke sur l'emploi de la teinture alcoolique de savon pour mesurer la dureté d'une eau. Elle est fondée sur la propriété si connue que possède le savon de rendre l'eau mousseuse et de ne produire de mousse dans les eaux chargées de sels calcaires, carbonate et sulfate de chaux, qu'autant que ces sels ont été neutralisés par une quantité équivalente de savon.

La quantité de savon à employer pour produire de la mousse dans une eau quelconque est proportionnelle aux poids des sels terreux qui s'y trouvent dissous.

Voici, d'après MM. Boutron et Boudet, la formule pour la préparation de la liqueur d'épreuve.

On prend :

| | |
|---|---|
| Savon de Marseille | 100 grammes. |
| Alcool à 90 degrés | 1000 — |

Le savon est dissous dans l'alcool, que l'on chauffe à l'ébullition; on

ajoute à la solution filtrée 1,000 grammes d'eau distillée, ce qui fait en tout 2,700 grammes de liqueur d'épreuve.

Voici maintenant la manière d'employer cette liqueur : on verse dans un flacon quarante centimètres cubes de l'eau à essayer; l'on remplit une burette graduée de la dissolution précédente, puis on la verse goutte à goutte dans le flacon, que l'on agite d'une manière continue. Lorsque la mousse devient légère et persistante, on lit sur la burette le volume versé, et le nombre de divisions qui correspond à ce volume représente le titre hydrotimétrique de cette eau.

En opérant ainsi, voici les résultats qui ont été trouvés pour quelques eaux de Paris :

| | | |
|---|---|---|
| Eau de Grenelle . . . . . . . . . . . | 9 à 11 | degrés de l'hydrotimètre. |
| Eau de Seine. . . . . . . . . . . . . . | 17 à 20 | — |
| Eau de l'Ourcq . . . . . . . . . . . . | 31 | — |
| Eau d'Arcueil. . . . . . . . . . . . . | 37.5 | — |
| Eau des prés Saint-Gervais. . . . . . | 75.0 | — |
| Eau de Belleville . . . . . . . . . . . | 155.0 | — |
| Eau de la Dhuys. . . . . . . . . . . . | 23.[1] | — |

D'après ces nombres, il faut 31 divisions de l'hydrotimètre pour produire une mousse persistante avec l'eau de l'Ourcq, 155 divisions pour produire le même résultat avec l'eau de Belleville et 9 divisions seulement pour l'eau du puits de Grenelle. La quantité de savon de Marseille employée en pure perte pour faire la lessive avec ces eaux sera, pour le canal de l'Ourcq, de 310 grammes par mètre cube, pour l'eau de Belleville, de 1,550 grammes, etc. Les degrés hydrotimétriques ne sont cependant pas toujours en rapport avec l'insalubrité d'une eau. Ainsi, d'après M. Péligot, l'eau du grand égout collecteur d'Asnières ne marque que 53 degrés, tandis que l'eau du puits de Belleville donne 153 degrés, nombre trois fois plus fort; il est bien évident, pourtant, que ces dernières eaux sont beaucoup moins insalubres que celles de l'égout collecteur; ce procédé ne donne, en effet, aucune indication certaine sur la proportion de matières organiques en dissolution dans une eau quelconque. L'essai hydrotimétrique pourrait être complété par celui au permanganate de potasse que nous avons décrit précédemment, et qui donne, comme on le sait, les proportions relatives de matières organiques d'une eau.

*Analyse.* — La méthode précédente ne donne pas la nature et la proportion exacte des éléments d'une eau; pour les doser, il faut recourir à l'analyse qui est une des opérations les plus difficiles de la chimie analytique. Nous ne donnerons ici qu'un procédé pour en doser les principaux éléments.

*Gaz dissous.* — Ces gaz sont au nombre de trois : l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique; pour les déterminer on remplit complétement d'eau un grand ballon dont le tube à recueillir les gaz est introduit sous une éprouvette remplie de mercure, l'on fait bouillir l'eau du ballon et bien-

1. M. Grimaud de Caux.

tôt on voit dans l'éprouvette graduée apparaître des gaz en quantités variables, et on cesse de faire bouillir lorsque leur volume reste constant. Après avoir noté le volume de ces gaz à la température ordinaire, on dosera d'abord l'acide carbonique en introduisant sous l'éprouvette une solution de potasse caustique, la diminution de volume en indiquera les proportions. L'oxygène se déterminera en introduisant sous l'éprouvette renfermant encore la solution de potasse un peu d'acide pyrogallique; enfin le gaz restant sera de l'azote pur.

*Principes minéraux.* — C'est en évaporant un volume connu d'eau qu'on obtient le poids total de ses substances minérales; cette opération peut se faire commodément dans une grande capsule de platine, dont le poids est connu; l'évaporation doit être faite très-lentement, sans faire bouillir l'eau, pour éviter les pertes par projections; l'augmentation de poids de la capsule indiquera la quantité totale des substances dissoutes dans cette eau. On traitera ensuite le résidu sec par l'acide nitrique dilué, et on filtrera pour recueillir la silice; la liqueur filtrée sera neutralisée et on en précipitera la chaux par l'oxalate d'ammoniaque; dans la nouvelle liqueur filtrée, on versera du nitrate de baryte, qui précipitera l'acide sulfurique des sulfates. Le chlore des chlorures peut se déterminer directement en versant dans un volume d'eau connu quelques gouttes de nitrate d'argent; on recueille sur un filtre le chlorure d'argent, qu'on lave avec un peu d'eau distillée qu'on a rendue acide par l'acide nitrique. — Comme application de ces méthodes, nous donnons ici l'analyse complète des eaux du puits de Passy, par M. Poggiale :

*Puits de Passy* (pour 1 litre).

| | |
|---|---|
| Acide carbonique libre ou des bicarbonates. . . . . . | 7.1 |
| Azote. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 17.1 |
| Volume total. . . . . . . . . . . . | 24.2 |

*Principes minéraux* (pour 1 litre).

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0gr.064 |
| — de magnésie . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .024 |
| — de potasse . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .012 |
| — de fer. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .001 |
| Sulfate de soude. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .015 |
| Sel marin. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .009 |
| Silice. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .010 |
| Sulfure . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .0006 |
| Matières organiques. . . . . . . . . . . . . . . . | 0 .0044 |
| Total. . . . . . . . . . . | 0gr.140 |

Ce qu'il y a de remarquable dans cette analyse, c'est l'absence complète de l'oxygène; enfin le poids total des principes minéraux est identique à celui des eaux du puits de Grenelle.

E. MONIER.

## REVUE D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE.

# HYGIÈNE DES OUVRIERS MINEURS EN GÉNÉRAL ET DES HOUILLEURS EN PARTICULIER.

I. — **Hygiène des ouvriers mineurs dans les exploitations houillères**, par le docteur A. Riembault. Paris, 1861.

II. — **Traité pratique des maladies, des accidents et des difformités des houilleurs**, par le docteur H. Boëns-Boisseau. Bruxelles, 1862.

III. — **Étude sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs employés aux exploitations houillères, en Belgique**, par le docteur Hyacinthe Kuborn. Paris, 1863.

IV. **Rapport de la commission chargée de l'enquête sur l'état des mines de la Grande-Bretagne** (*Blue-Book*, 1864).

S'il est une profession qui imprime aux ouvriers qui l'exercent une physionomie nettement accusée, c'est sans contredit celle de mineur. Malgré l'incontestable amélioration des conditions sanitaires dans lesquelles les mineurs travaillent aujourd'hui, quoi qu'on fasse, ils resteront soumis aux influences fâcheuses du milieu anormal dans lequel ils sont appelés à séjourner. Déterminer, d'après les données scientifiques les plus récentes, la portée de ces influences, et les moyens d'en atténuer le plus efficacement les effets sur la santé et la constitution, tel est le but que nous nous proposons dans cette revue analytique.

Quelle que soit la profession à laquelle le travailleur appartient, sa vie, au point de vue où nous nous plaçons, peut être partagée en deux périodes. Une partie de son existence se passe dans l'atelier; c'est là qu'il subit l'ensemble des conditions, plus ou moins défavorables, suivant le genre d'industrie auquel il se livre, qui peuvent, à la longue, nuire à son organisation. Pendant l'autre partie, l'ouvrier rentre dans les conditions de la vie ordinaire, et les préceptes de l'hygiène générale lui sont applicables comme au commun des hommes.

Nous ne nous occuperons ici que du mineur à l'œuvre, et par mineur nous entendons seulement l'ouvrier *de fond*. La catégorie de lecteurs à laquelle nous nous adressons nous dispense, naturellement, de toute explication technique sur l'exploitation des mines.

Les causes d'insalubrité ou de maladie qui agissent sur les mineurs sont *générales* ou *spéciales* : les unes s'adressent, à peu près indistinctement, à tous les travailleurs qui séjournent dans les galeries; les autres agissent particulièrement sur certaines catégories d'entre eux, suivant le genre de tâche qui leur est imposée. Parmi les causes générales, les unes sont *permanentes*, les autres sont *accidentelles*. C'est suivant cet ordre que nous procéderons à leur étude succincte.

**Causes générales et permanentes d'insalubrité ou de maladie dans les mines.** — La nécessité de passer de longues heures, chaque jour, à de grandes

profondeurs pour aller arracher du sein de la terre les diverses substances utilisées par l'industrie, place le mineur dans un milieu très-différent de celui dans lequel il se meut à la surface du sol. Une des plus importantes fonctions de l'économie, la respiration, au lieu de s'exercer dans l'air normal, se fait dans une atmosphère qui est plus ou moins impropre à l'entretien de la vie. En effet, l'atmosphère des mines peut être viciée dans tous ses éléments constitutifs. Au point de vue physique, elle est privée de la lumière vivifiante du soleil, elle présente des différences dans sa pression, sa température, son degré d'humidité. Au point de vue chimique, elle est altérée tantôt par la diminution ou l'exagération des quantités d'un ou de plusieurs des gaz qui entrent dans l'air normal; tantôt, ce qui arrive presque toujours, par la présence, en proportions variables, de gaz étrangers, ou par celle de poussières d'une ténuité extrême.

A. — *L'absence prolongée de la lumière solaire* détermine, dans toute la série des êtres vivants, un abaissement de l'activité des fonctions organiques qui se traduit par la décoloration et la mollesse des tissus; elle produit ce que l'on nomme chez les plantes l'étiolement. Chez l'homme, les mêmes phénomènes objectifs qui en résultent répondent à l'*anémie*, modification particulière du sang qui consiste, en partie, dans la diminution des globules rouges. De là un teint pâle, blafard, qui est un des traits les plus frappants de la physionomie du mineur. Cette cause de débilitation de l'économie est d'autant plus importante qu'il est impossible d'y obvier d'une manière efficace, tant que l'ouvrier continue à travailler, de jour, dans les galeries.

B. — A l'encontre de ce que l'on croit généralement, la *pression barométrique* de l'atmosphère des mines n'est pas toujours plus considérable qu'à la surface du sol. Il y a des différences qui semblent dues au genre de ventilation employé : l'air est-il soufflé, chassé du dehors à l'intérieur, la pression serait un peu augmentée; est-il aspiré, elle serait diminuée. Ainsi, d'après le docteur Kuborn, dans un puits de 400 mètres environ, le baromètre indiquant à la surface 26 p. 8 l., marquait, dans une taille 26 p. 5 1/2 l., et 26 p. 5 l. dans la galerie de retour. La ventilation s'opérait par un appareil respirateur. Quoi qu'il en soit, cette différence de pression, toujours peu considérable, ne se faisant sentir que graduellement en raison du temps que mettent les ouvriers à descendre ou à remonter, ne peut avoir que des résultats physiologiques insignifiants auprès de ceux qui proviennent de la viciation de l'air.

C. — *La température des galeries* joue un rôle important. Son élévation par rapport à la température de la surface du sol varie avec la saison [1], le degré de profondeur, le mode de ventilation employé, les dimensions des galeries, leur direction relative, etc., etc.

Dans une houillère, suivant M. Kuborn, tandis que le thermomètre donnait 18° c. au pied du puits, il montait, et s'arrêtait à 26° dans une taille. La température extérieure était de 12°. La présence de plusieurs personnes dans une même galerie, les moyens d'éclairage, viennent encore accroître le degré de chaleur qui devient d'autant plus pénible et défavorable que l'air est plus humide, moins pur, et que le travailleur se livre à des efforts plus considérables, dans une position gênante. Il en résulte une transpiration exagérée pendant le séjour dans la mine, et toutes les chances de refroidissement brusque lors du retour à l'air libre.

D. — Dans la plupart des mines, *l'humidité* est considérable; l'air se trouve presque toujours rapproché du point de saturation; souvent l'eau dégoutte constam-

1. Toutefois, à une certaine profondeur, comme à 1000 mètres, par exemple, la température intérieure sera d'environ 30°, quelle que soit la saison. (Hamal, *de l'Aérage*, pages 44 et 45.)



ment des parois, et les ouvriers travaillent les pieds dans l'eau. Comme on le sait, une humidité extrême est une source incontestable de maladies; jointe à une température élevée, elle a une influence débilitante très-accusée.

E. — *La composition de l'air des galeries* est réellement la question capitale dans l'étude hygiénique de la profession de mineur. La quantité d'*oxygène* est toujours moindre qu'à l'air libre. Elle est diminuée : 1° directement par la combustion des lampes, du bois, de la houille, par la respiration des hommes et des animaux qui y séjournent, enfin par la putréfaction des matières organiques; 2° indirectement par la raréfaction de l'air.

*L'azote* est souvent en proportion anormale par suite de la déflagration de la poudre de mine.

« *L'acide carbonique*, que l'on rencontre en si grande quantité dans les terrains bouleversés par des roches ignées, s'accumule surtout dans les galeries tortueuses, dans les fissures qui se trouvent entre les couches de schiste, de grès, etc.; comme il est plus pesant que l'air, il séjourne d'abord au fond du puits, mais insensiblement il s'élève jusqu'à une certaine distance de l'orifice supérieur, surtout pendant les chaleurs de l'été et le temps orageux; il descend, au contraire, pendant les nuits fraîches et les jours de grand vent. Il se produit naturellement par un dégagement qui a lieu dans l'intérieur de la terre, quelle que soit la nature des roches où l'on travaille. Il résulte en outre de la combustion des lampes, de l'acte respiratoire, de la décomposition des matières végétales, de la déflagration de la poudre. » (Kuborn.)

Parmi les gaz étrangers à la constitution de l'atmosphère normale qui se trouvent souvent dans l'air des mines, on doit citer l'hydrogène protocarboné et le deutocarboné, l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux, l'ammoniaque. Le premier de ces gaz, nommé communément *grisou*, et le second appellent surtout l'attention par la propriété qu'ils ont, lorsqu'ils sont mélangés à l'air en certaines proportions, de détoner par le contact de la flamme. Une foule de circonstances, dans lesquelles il serait trop long d'entrer, font varier, dans les houillères, l'abondance du dégagement du grisou. D'après le docteur Boisseau, il existe, sous ce rapport, une différence notable suivant que l'on exploite du charbon gras, du demi-gras ou du maigre. La houille grasse produit infiniment plus d'émanations que la houille maigre. Cela tiendrait à ce que le charbon maigre pourrait être considéré comme un charbon gras d'ancienne formation, qui a déjà subi un certain degré de décomposition, et qui, par conséquent, a perdu une grande partie de ses éléments combustibles.

« Le grisou est sans odeur, mais il produit sur la muqueuse du nez une sensation excitante particulière qui ne suffirait pas à le faire reconnaître, mais qui peut servir à mettre sur ses gardes un mineur expérimenté.

« Le grisou est insoluble dans l'eau, ou tout au moins très-peu soluble, et les galeries humides n'en sont pas plus à l'abri que celles qui sont sèches. Il est très-peu dense, beaucoup plus léger que l'air atmosphérique, et occupe, par conséquent, la partie supérieure des galeries où il se dégage.

« Par lui-même et sans mélange d'air ce gaz n'est pas combustible; mais, dès que le grisou est mélangé avec une quantité d'air suffisante (on estime approximativement la dose du grisou comme devant être, dans ce cas, de 15 p. °/₀ du volume de l'air), il peut s'enflammer dans toute sa masse et déterminer des explosions; et ces explosions sont d'autant plus violentes que le volume d'air compris dans le mélange renfermera plus exactement la quantité d'oxygène nécessaire pour la combustion parfaite du grisou.

» Si le grisou est en proportion moindre, la propriété explosible du mélange va diminuant, mais elle persiste tant que la dose du grisou reste au-dessus de 5 à 6 p. °/₀.



« De même, si la proportion du gaz augmente, le mélange devient moins explosible, mais il s'enflamme encore; le grisou brûle seulement dans la partie qui se trouve en contact avec l'air.

« Lorsque le grisou est dans la proportion de 20 à 25 p. %, l'explosion n'a plus lieu. Ce gaz est alors inexplosible et impropre à la combustion.» (Docteur Riembault, p. 18-20.)

L'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré proviennent de diverses sources. Ce dernier gaz est surtout particulièrement délétère.

Ajoutons enfin à tous ces éléments de viciation de l'air des galeries la présence, en quantité variable, d'une poussière excessivement ténue; ce poussier, suivant son origine, joue un rôle important dans la production des maladies chez les mineurs.

**Causes spéciales à certaines catégories d'ouvriers.** — Toutes les causes d'altération de l'atmosphère des mines que nous venons d'examiner ne pèsent pas également sur les diverses catégories d'ouvriers employés aux travaux souterrains, particulièrement dans les houillères. Ainsi, les *avaleurs* (ouvriers de la pierre), les *bacneurs*, les *bosseyeurs*, qui creusent les galeries dans la roche, ont principalement à redouter les gaz qui résultent de la déflagration de la poudre.

Les *laveurs* ou ouvriers de la taille, les *piqueurs*, s'ils sont moins exposés à l'humidité, ont, en revanche, le désavantage d'opérer au milieu de la poussière et de subir le dégagement de l'hydrogène carboné.

Une des causes spéciales qui est surtout de nature à porter atteinte à la santé de certains ouvriers, c'est la permanence plus ou moins prolongée d'une même attitude, fort souvent très-pénible, pendant le travail. Ainsi les *laveurs* peuvent, par suite de la disposition des couches de minerai, être forcés de travailler pendant un et deux mois dans la même attitude. Autrefois, la tâche du *hiercheur*, qui consistait à tirer ou à pousser des chariots remplis de houille, souvent en rampant à quatre pattes, dans des galeries basses et étroites, était une des plus préjudiciables; mais l'amélioration notable apportée à la disposition des galeries, la substitution, dans beaucoup de mines, des chevaux aux hommes, ont fait disparaître en grande partie cette source de maux.

**Causes accidentelles.** — Les circonstances fortuites qui peuvent devenir nuisibles et trop souvent fatales pour le mineur sont assez nombreuses; nous ne ferons que les examiner ici d'après le docteur Boisseau :

1° Une ventilation momentanément trop forte, déterminant des variations subites de température ou des nuages de *poussière*, etc., etc.; 2° les temps orageux et les fortes chaleurs, qui déterminent une insalubrité des fosses encore plus grande qu'à l'ordinaire; 3° l'humidité trop considérable des parois du sol, qui va jusqu'à imprégner les vêtements de l'ouvrier; 4° un *coup d'eau*; 5° l'explosion des mélanges détonants; 6° les éboulements; 7° le dégagement subit de gaz délétères capables de déterminer l'asphyxie.

Nous aurions pu ranger, parmi les causes permanentes de maladie, les moyens imparfaits destinés à faire descendre et remonter les ouvriers. Mais heureusement le système si préjudiciable des échelles tend, de plus en plus, à disparaître pour faire place aux *cuffats* ou au système de paliers mobiles du nom de *Fahrkunst* [1]. Les inconvénients manifestes qui résultent des efforts déterminés par l'ascension des échelles ne sont nullement inhérents à la profession de mineur, puisqu'il suffit, pour les faire disparaître, de remplacer ce mode barbare par d'autres systèmes qui n'ont d'autre désavantage que d'être plus coûteux.

Quoi qu'aient pu dire certains optimistes sur l'innocuité relative que présentent aujourd'hui les travaux souterrains comparés aux dangers qu'ils offraient autrefois

1. Voir la description des *Fahrkunt*, *Annales du Génie civil*, 4e année, page 378.

en raison des causes nombreuses et puissantes d'insalubrité que nous venons de passer en revue, la profession de mineur ne sera jamais rangée parmi les professions privilégiées. La récente enquête qui vient d'être instituée sur l'état des mines de la Grande-Bretagne démontre que la situation sanitaire des mineurs, en général, est de beaucoup inférieure à celle des ouvriers occupés à l'agriculture et à d'autres travaux à l'air libre. Encore jeunes, leur physionomie, toute leur personne accuse manifestement une constitution détériorée : le visage est pâle, l'attitude souffreteuse, le corps chétif. Vers l'âge moyen de la vie, la santé commence à décliner rapidement, la décrépitude arrive à grands pas, et, comme on le dit dans le pays, un mineur de cinquante ans est un vieillard (*a person of fifty is old for a miner*). Les ouvriers des mines de cuivre, d'étain et de plomb du comté de Cornwall, offrent particulièrement ces signes de détérioration, et donnent un chiffre de mortalité considérable. Prenant la mortalité moyenne des cinq années 1849-1853, et représentant par 100 la mortalité des sujets masculins de diverses professions, à chaque période décennale de la vie, on trouve que, pour les mineurs, la mortalité est de 125 entre 15 et 25 ans; de 101 entre 25 et 35 ans; de 143 entre 35 et 45; de 227 entre 45 et 55; de 263 entre 55 et 65, et de 189 entre 65 et 75 ans. Le chiffre des décès chez les mineurs en métaux du Cornwall l'emporte, pour tous les âges, sur celui des houilleurs du Nord.

Dans les mines de plomb du Yorkshire et des comtés du Nord, les ouvriers ont un meilleur aspect que ceux du Cornwall et le chiffre de l'âge moyen est plus élevé. Dans les salines du Cheshire on trouve, au contraire, des hommes robustes et bien portants. Les ouvriers des mines de fer du Yorkshire sont pleins de force et de santé. Ces résultats favorables sont dus particulièrement aux larges dimensions des galeries, à leur excellente ventilation, et, par suite, à la pureté de leur atmosphère. L'alimentation substantielle de ces ouvriers contribue, en outre, à leur permettre de lutter avec avantage contre les influences délétères.

**Maladies des mineurs.** — S'il est possible, par la pensée, de diviser la vie des ouvriers, au point de vue hygiénique, en deux périodes, l'une pendant laquelle agissent les causes morbides inhérentes à la profession proprement dite, l'autre qui ne présente plus que ces influences générales, banales, comme on dit dans le langage médical, la même distinction est loin d'être aussi nette, lorsqu'il s'agit de démêler l'origine des maladies.

Aussi les auteurs nombreux qui se sont appliqués à déterminer quelles sont les affections particulières aux mineurs sont-ils loin d'être d'accord. Dans une thèse, soutenue le 15 juin 1764, Nicolas Skagge disait déjà que cette catégorie d'ouvriers est attaquée de la *pâleur*, de la *toux*, de l'*asthme* et de la *phthisie*. Ramazzini indique, comme maladies propres aux mineurs : l'*asthme*, la *phthisie*, la *paralysie*, la *cachexie*, l'*enflure des pieds*, la *chute des dents*, les *ulcères aux gencives*, et les *tremblements des membres*. Depuis, quelques médecins ont avancé que le travail des houilleurs pouvait augmenter la fréquence, modifier la physionomie des maladies communes à toutes les classes laborieuses, mais ne créait réellement pas de *maladies propres* à ces ouvriers. M. le professeur Kuborn, dans le but d'éclaircir ce problème, en ce qui concerne les mineurs charbonniers, a dressé avec le plus grand soin de laborieuses statistiques. De 1857 à 1860, il a tenu compte, autant que possible, des conditions de demeure, de régime, de constitution, de tempérament, d'hérédité, dans lesquelles se trouvaient les familles des houilleurs qui sont venus réclamer ses soins. Il a mis en regard du nom de la maladie reconnue, le genre de travail, le temps depuis lequel l'ouvrier y est adonné, son âge, les causes présumées de l'affection, etc., etc. En procédant ainsi, il est arrivé à grouper, dans l'ordre suivant, les maladies qui paraissent particulièrement propres aux mineurs :

L'*anémie*, la *bronchite*, l'*emphysème pulmonaire*, les *affections organiques du cœur*,



le *rhumatisme*, le *vertige nerveux*, l'*hydarthrine*, l'*hygroma*, l'*impétigo interdigitaire*. Enfin, comme maladies *accidentelles*, mais tenant essentiellement à la profession, il faut ajouter les différentes sortes d'*asphyxies*.

L'ensemble des causes que nous avons énumérées et la continuité de leur action amènent inévitablement, chez les ouvriers qui travaillent dans les galeries souterraines, une élaboration incomplète du sang, un allanguissement du mouvement nutritif. Le mineur peut être considéré comme en proie à une asphyxie lente. De là résulte ce cortége de phénomènes morbides que le mot *anémie* rappelle à l'esprit du médecin, et que nous ne pouvons énumérer ici. L'anémie domine toute la pathologie du mineur, elle est comme une porte ouverte à toutes les maladies, elle en forme le fond et vient les compliquer toutes. D'après M. Kuborn, depuis un certain nombre d'années, l'anémie a cependant considérablement diminué chez les ouvriers dans les bassins houillers de la Belgique. Les motifs de cette diminution seraient les suivants :

1° Augmentation du prix de la journée, ce qui permet aux houilleurs de se mieux nourrir;

2° Augmentation de la limite d'âge pour l'admission des enfants dans les travaux;

3° Disparition ou diminution du nombre de ces galeries étroites, tortueuses, humides, chaudes, pleines de fumée, de gaz irrespirables, mal aérées, éclairées au suif;

4° La suppression des échelles;

5° La traction des chariots sur voies ferrées;

6° Les soins médicaux mieux entendus et plus généralement administrés;

7° Le traitement rationnel et efficace de l'anémie, qui a remplacé les pratiques défectueuses usitées pendant le règne du système de Broussais.

La *bronchite* est généralement reconnue comme une des maladies les plus fréquentes chez les mineurs.

Elle est due aux refroidissements qui résultent de l'humidité du sol des galeries, des brusques changements de température qui saisissent les ouvriers lorsqu'ils arrivent, le corps souvent en sueur, au pied du puits, à l'humidité glaciale du puits pendant l'ascension, à l'eau froide ingérée pendant le travail, enfin et particulièrement aux poussières que contient l'atmosphère.

La persistance de la *bronchite* est une des causes déterminantes les plus accusées de l'affection qu'on appelle en médecine *emphysème* pulmonaire, et qui porte vulgairement les noms de *courte haleine*, *d'asthme*. Le symptôme caractéristique est une oppression qui se manifeste aux moindres efforts et qui finit par être permanente. D'après l'enquête faite en Angleterre, c'est l'association de la bronchite chronique et de l'emphysème désignés sous le nom de *consomption* (qu'il ne faut pas confondre, dans ce cas, avec la phthisie) qui donne lieu à la plus forte proportion de mortalité.

On serait porté à penser, d'après l'examen des influences nuisibles qui, chez les houilleurs en particulier, portent de préférence sur la fonction de la respiration, que la phthisie doit être une des maladies les plus fréquentes. Cependant tous les observateurs qui se sont occupés de ce point d'hygiène professionnelle s'accordent à signaler la rareté relative de la tuberculisation pulmonaire chez ces artisans. Considérant que les ouvriers des carrières de grès, de sables, les tailleurs sur cristaux, les limeurs d'acier, les boulangers, les mécaniciens, en un mot, tous ceux qui respirent des poussières métalliques, minérales ou même végétales, offrent une proportion notable de décès par phthisie, on est étonné de ce résultat. M. Vernois et plusieurs médecins belges ont même été conduits à attribuer à la poussière de char-

bon minéral le pouvoir de neutraliser l'action des mauvaises conditions dans lesquelles vivent les houilleurs[1].

L'introduction des poussières dans les voies de l'air, jointe aux efforts musculaires et surtout à ceux qui résultent de l'ascension, au moyen des échelles, sont les causes les plus accusées de la fréquence de l'emphysème pulmonaire et des affections organiques du cœur. Les conditions spéciales dans lesquelles se trouvent les *bacneurs* et les *remblayeurs* les exposent particulièrement à la courte haleine.

C'est généralement après une période moyenne de dix années de travail dans les mines que l'emphysème se manifeste, et devient une complication permanente de toutes les maladies de l'appareil respiratoire qui peuvent accidentellement survenir. L'accumulation de particules charbonneuses dans les tissus pulmonaires ne constitue pas, comme on l'avait prétendu, une maladie spéciale, que l'on avait désignée sous le nom de *phthisie mélanique* et *mélanose pulmonaire,* elle vient seulement apporter un obstacle à l'accomplissement régulier de la respiration.

Le froid humide, les suppressions brusques de transpirations, les violents exercices du corps, la fatigue, rendent parfaitement compte de la fréquence du *rhumatisme* chez les mineurs, et, par suite, de l'origine d'un grand nombre de cas de *lésions organiques du cœur* suivant la loi de coïncidence découverte par M. Bouvillaud.

Dans son excellent travail, M. Kuborn explique la fréquence du *vertige nerveux essentiel,* qu'il a reconnue chez les mineurs, par l'anémie, l'inspiration d'un air vicié par les gaz acide carbonique et oxyde de carbone. Pour une certaine catégorie d'ouvriers mineurs, la position fléchie que beaucoup d'entre eux sont forcés de prendre et de garder, chaque jour, pendant plusieurs heures, contribue, par la gêne qu'elle apporte à la circulation, à la production du vertige. Ce sont donc particulièrement les *laveurs* et les *bouteurs* qui offrent ce genre d'accident.

La fréquence des chocs, des pressions, des frottements prolongés auxquels l'articulation du genou est exposée pendant le travail dans les galeries rend compte des nombreux cas d'*hygroma* et d'*hydarthrose* que l'on rencontre parmi les ouvriers. Par hygroma on entend, en médecine, la saillie formée, au-devant de la rotule, par l'accumulation du liquide normal sécrété, outre mesure, par les poches sous-cutanées dites bourses muqueuses. L'hydarthrose est une sorte d'hydropisie de l'articulation elle-même.

Ces affections locales étaient encore beaucoup plus fréquentes lorsque les galeries avaient des dimensions plus exiguës que maintenant.

Malgré les nombreuses précautions prises dans les travaux des mines, trop fréquemment encore l'*asphyxie* vient atteindre des ouvriers. Cet accident peut se produire par *submersion,* lors d'une rupture de digue et d'irruption des eaux, par *inflammation du grisou.* Dans ce cas, il n'y a pas, en effet, seulement que les malheureux atteints par l'explosion qui soient en danger de mort, mais encore ceux qui se trouvent subitement plongés dans une atmosphère formée des produits de la combustion, et qui ne contient que de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'azote. C'est le même genre d'asphyxie qui menace rapidement les ouvriers lorsqu'ils pénètrent dans des galeries abandonnées depuis longtemps, et où les *gaz irrespirables* ont pu s'accumuler. Enfin les éboulements peuvent également donner lieu à l'*asphyxie.*

Par cet exposé rapide, on le voit, en dehors des maladies communes qui peuvent

1. *Annales d'hygiène et de médecine légale*, 1859, t. IX, 2e série. p. 372, *De l'action des poussières sur la santé des ouvriers*, par le Dr Vernois. — Voyez aussi : *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, années 1863 et 1864, la discussion sur les inhalations de la poussière de charbon appliquées au traitement de la phthisie pulmonaire, à l'occasion de la Note de M. le Dr Crocq sur ce sujet.



tenir à l'inobservance des lois de l'hygiène générale, la profession de mineur offre des influences morbides qu'il est du devoir des directeurs d'exploitations d'atténuer autant que possible. Déjà des progrès immenses ont été accomplis, mais il reste encore à faire.

Avec le docteur Kuborn, nous résumerons, dans les propositions suivantes, les principales prescriptions qui sont de nature à améliorer la condition des mineurs, et à les sauvegarder des dangers qui les environnent :

1° Veiller à ce qu'on donne de larges dimensions à la bure de tirage, à ce que les galeries soient larges, élevées;

2° A ce que les courants d'air soient divisés de manière à ne pas forcer le même air de balayer plusieurs tailles successives; en un mot, faire en sorte que chaque taille ait un aérage propre;

3° Surveiller fréquemment et renouveler à temps les bois qui servent au cuvelage et aux étais des galeries;

4° Provoquer l'asséchement du sol à l'aide de rigoles conduisant les eaux dans un canal d'où elles sont extraites;

5° Arriver à la suppression totale des échelles, et les remplacer partout où c'est possible par le système de *paliers mobiles;*

6° Veiller à ce que la journée de travail ne dépasse pas huit heures;

7° Exclure des travaux des mines les apprentis qui sont d'une constitution chétive et qui sont déjà atteints de lésions de l'appareil respiratoire ou du cœur;

8° Faire passer le mineur, au sortir du puits, dans une pièce chauffée où il dépose ses habits de travail pour reprendre des vêtements chauds et secs;

9° Apporter tous les soins possibles à l'amélioration des conditions hygiéniques de l'ouvrier et de sa famille en dehors des travaux.

A ces mesures générales nous ajouterons quelques vœux relatifs aux moyens de prévenir et de combattre les diverses asphyxies. Nous voudrions voir vulgariser l'emploi de l'appareil respiratoire si ingénieux de M. Rouquayrol [1].

Il serait indispensable qu'un appareil de ce genre fût toujours sous la main, de manière à pouvoir immédiatement, et sans compromettre les sauveteurs, porter secours aux hommes menacés d'asphyxie mortelle dans des galeries dont l'atmosphère est irrespirable. Nous voudrions aussi voir désormais employer, pour combattre tous les genres d'asphyxie, la méthode Silvester. Cette méthode, adoptée en Angleterre par les diverses sociétés de sauvetage, en France par la *Société centrale des naufragés*, offre d'incontestables avantages.

Elle est efficace, prompte et immédiatement applicable par tout le monde. Elle consiste dans les règles suivantes, dès que l'asphyxié est porté dans une atmosphère pure :

1° *Donner au patient une position convenable.* — Placer le corps sur le dos, les épaules soulevées et soutenues par un vêtement replié, et appuyer les pieds;

2° *Maintenir libre l'introduction de l'air dans la trachée-artère.* — Entr'ouvrir la bouche et maintenir la langue en dehors des lèvres;

3° *Imiter les mouvements d'une respiration profonde.* — Élevez les bras des deux côtés de la tête et maintenez-les doucement, mais fermement, ainsi élevés d'eux-mêmes (ce mouvement élargit la capacité en soulevant les côtes, et produit une *respiration*).

Abaissez ensuite les bras et pressez-les doucement, mais fermement, pendant deux secondes, contre les côtés de la poitrine (ce mouvement diminue la capacité du thorax en pressant sur les côtes, et produit une *expiration forcée*).

1. Voyez *Annales du Génie civil*, 4e année, page 324.



? Répétez ces mouvements alternativement, hardiment, et avec persévérance, quinze fois par minute.

4° *Ramener la circulation et la chaleur, et exciter la respiration.* — Frictionner les membres depuis les extrémités jusqu'au cœur. Enveloppez le corps, mis à nu, dans une couverture chaude et sèche; de temps en temps, projetez un peu d'eau froide à la figure du patient. Lorsque la vie commence à se rétablir, donnez une cuiller à café d'eau et d'eau-de-vie chaudes, si c'est possible.

A l'aide de ces pratiques que tout ouvrier peut exécuter immédiatement, il sera possible de rappeler souvent à la vie des hommes en état d'asphyxie, avant que le médecin soit arrivé près d'eux. Suivant la cause qui a produit les accidents, l'homme de l'art dirigera alors le traitement.

Telles sont les considérations relatives aux mineurs qui nous paraissent offrir de l'intérêt à toutes les personnes chargées de diriger cette catégorie d'artisans.

Dr A. Le Roy de Méricourt.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### Compte rendu de ses Séances.

---

### SÉANCES DES 1er ET 15 DÉCEMBRE 1865.

Dans la séance du 1er décembre, M. le Président a eu encore à annoncer le décès de deux des membres les plus distingués de la Société, MM. Alexis Barrault et Bourdon.

M. Alexis Barrault fut successivement secrétaire du Comité métallurgique de France, ingénieur en chef du chemin de fer de Versailles (rive gauche), ingénieur en chef du matériel de la ligne de Paris à Lyon; ingénieur de la ligne de Gray à Saint-Dizier; il dirigea les travaux de construction du Palais de l'Industrie et des annexes en 1855, et fut, à cette occasion, fait chevalier de la Légion d'honneur.

En dernier lieu, il s'occupait d'études particulières et de l'expertise des grands travaux de chemins de fer. Enfin, au moment où la mort l'a frappé, il dirigeait les études des chemins de fer du Pas-de-Calais et celles d'un chemin de fer dans l'Asie Mineure.

M. A. Barrault a publié, en collaboration avec MM. Flachat et Petiet, un ouvrage en trois volumes sur le fer et la fonte, qu'on consulte encore aujourd'hui avec le plus grand fruit.

M. Bourdon a brillamment parcouru la carrière de l'ingénieur : doué d'une extrême bienveillance, il s'est acquis de fortes amitiés, et il laisse un profond souvenir de reconnaissance chez un grand nombre d'ingénieurs.

On doit à M. Bourdon l'invention du marteau-pilon, celle de l'hélice simple et double, appliquée à la navigation; la navigation à vapeur sur le Rhône; les mazeries et la disposition des moteurs dans les forges; la fabrication sans soudure des bandages de roues de locomotives et de wagons; les portes mobiles en fer des écluses du canal maritime du fort Saint-Jean, à Marseille; les cales sèches à plan incliné pour les navires dont la carène exige des réparations; les dispositions pour réunir les différents tronçons des bateaux expédiés par parties séparées.

La Société a perdu aussi M. Valério, que la mort a enlevé trop tôt pour qu'il ait pu atteindre la position à laquelle il était en droit d'aspirer. M. Valério était sorti

en 1838 de l'école Centrale et a dirigé, pendant cinq ans, des fabriques de sucre en Russie; il a été ingénieur des ateliers de carrosserie du chemin de fer du Nord; ingénieur de l'usine d'Angleur, appartenant à la Vieille-Montagne; directeur de la fabrique de glaces d'Aix-la-Chapelle, il a rédigé sur cette industrie une notice fort estimée; enfin il fut ingénieur du matériel des chemins de fer romains.

Après cette triste nécrologie, on commence l'exposé des questions à l'ordre du jour de la séance.

M. le Président analyse une lettre de M. Lucien Renard qui, au sujet des travaux annoncés dans la dernière séance pour améliorer les conditions de l'égout grand collecteur de Paris, appelle l'attention de la Société sur l'utilisation de l'engrais humain, qui est le meilleur, le plus élaboré, le plus abondant et le mieux réparti de tous les engrais.

M. Lucien Renard indique les procédés de récolte et d'utilisation des engrais humains qui sont mis en pratique à Paris, notamment le procédé de MM. Blanchard et Chateau et celui de M. Mosselmann[1].

M. Renard demande qu'une commission soit nommée pour examiner ces procédés et faire un rapport dont les conclusions pourraient être communiquées à la commission municipale de Paris, si le comité le juge utile.

M. le Président fait remarquer que la Société s'est imposé la règle de ne pas s'immiscer à des affaires concernant des intérêts particuliers, mais qu'elle entendra avec plaisir les communications que M. Renard voudra bien lui faire sur la question[2].

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Flavien, qui adresse à la Société un dessin avec mémoire à l'appui représentant le type d'un ponceau ou aqueduc sur cours d'eau, type dans lequel il n'est fait usage que de matériaux de petit échantillon, et qui présente une certaine économie sur les types généralement adoptés. M. Flavien est invité à faire une communication à ce sujet; nous aurons donc à revenir sur ce travail.

M. Rouyer lit ensuite une note qu'il a rédigée sur le système de chaudière à vapeur proposé par M. Field.

La chaudière Field diffère des chaudières ordinaires en ce qu'au lieu de faire circuler les produits de la combustion en filets ou lames minces dedans ou autour du liquide, c'est l'eau elle-même qui circule ainsi à travers les gaz chauds dans la partie la plus chaude de la chaudière et avec une rapidité d'écoulement proportionnelle à l'intensité de la combustion.

M. Field garnit le foyer de sa chaudière d'une série de tubes, doubles, concentriques, dans lesquels s'effectue la circulation de l'eau. Chaque système de tubes se compose d'un premier tube extérieur plongeant dans la chambre de combustion, l'extrémité près du feu est fermée, l'autre extrémité est ouverte et fixée au ciel du foyer. Le second tube, ouvert par les deux extrémités, pénètre dans le premier, mais ne va pas jusqu'à l'extrémité qui est fermée; il dépasse au contraire l'extrémité ouverte, au delà de laquelle il s'évase en entonnoir pour faciliter le mouvement de l'eau.

Lorsqu'on allume la chaudière, l'eau qui occupe l'espace circulaire entre les deux

1. Voir un article sur l'*Utilisation des eaux d'égout* (*Annales du Génie civil*, 4e année, p. 569).

2. Nous espérons que cet appel sera entendu et que nous aurons à entretenir nos lecteurs de la communication de M. Renard, qui a pour objet une question intéressante, sur laquelle nous ne serons peut-être pas d'accord avec lui toutefois. Quoique nous nous expliquions jusqu'à un certain point la réserve que la Société s'est imposée de ne pas intervenir lorsqu'il s'agit d'intérêts pécuniaires, nous désirerions qu'à titre de Société reconnue d'utilité publique, elle pût donner officiellement son avis lorsqu'il s'agit du bien-être général, comme dans toutes les questions où la salubrité est en jeu.



tubes s'échauffe la première, devient plus légère, monte, et se trouve remplacée par l'eau qui occupait le tube central; la circulation une fois établie se continue.

La disposition de ces chaudières présente sur les chaudières tubulaires usuelles deux avantages marqués :

1° La flamme peut circuler au loin sans s'éteindre puisqu'on lui laisse plus d'espace;

2° Les tubes, n'étant fixés que par une extrémité, se dilatent plus facilement et donnent moins de fuite. On a pu congeler et dégeler plusieurs fois l'eau d'un tube Field sans altérer l'assemblage.

On peut appliquer le système Field aux bateaux et aux locomobiles; on peut, à cause de l'activité de la circulation, employer de l'eau saturée de sels, les dépôts étant pulvérulents et constamment balayés par les courants, on peut aussi réduire le volume de l'eau.

On a appliqué les chaudières Field aux machines à incendie, et elles ont fonctionné avec le même succès que les chaudières fixes.

M. Rouyer discute ensuite une note de M. F. Wise, qu'il sortirait de notre cadre d'analyser ici, et dont on trouvera un résumé dans celle de M. Rouyer; mais parmi les objections que fait M. Rouyer à l'enthousiasme peut-être un peu vif de M. Wise, qui veut appliquer partout la chaudière de Field, se trouve celle-ci qui est réelle : c'est qu'en cas d'accident, pour remplacer un tube, il faut arrêter la marche de la chaudière, tandis qu'avec les chaudières ordinaires il suffit de tamponner le tube.

M. Tronquoy fait l'analyse d'une note de M. Jousselin sur *l'appareil alimentaire régulateur automoteur des chaudières* de MM. Valant frères et Ternois.

Le but de l'appareil alimenteur de MM. Valant et Ternois est de régulariser l'alimentation dans la chaudière où on injecte, à l'aide d'une pompe foulante et d'une manière continue, le liquide qui doit y être introduit. L'excès de liquide fourni par la pompe est enlevé par une soupape de décharge placée en avant de l'appareil sur la conduite alimentaire.

L'appareil, réduit à sa plus simple expression, consiste en une soupape placée dans la conduite alimentaire, et mue par une tige verticale attachée à une des extrémités d'un levier dont l'autre extrémité porte un flotteur.

Ce flotteur, dont la position est déterminée par celle du niveau de l'eau dans la chaudière, fait agir le levier qui ouvre ou ferme la soupape.

On règle la longueur relative des deux bras de levier d'après la pression qu'exerce le liquide sur la soupape.

Le levier est compris dans une sorte de boîte, qu'on fixe dessus ou latéralement à la chaudière, suivant que celle-ci est horizontale ou verticale, et la tige de la soupape sort de cette boîte en passant dans un stuffing-box.

La soupape est elle-même comprise dans une boîte à soupape, placée sur un point intermédiaire de la conduite alimentaire. En avant de cette boîte à soupape est une sorte de filtre destiné à arrêter les matières solides entraînées par l'eau. En arrière, entre la chaudière et la boîte à soupape, est une seconde soupape (soupape de retenue) qui permet de démonter l'appareil sans vider la chaudière.

Les détails d'exécution de cet appareil sont très-ingénieux et méritent d'être étudiés.

M. Tronquoy, en terminant, fait remarquer avec M. Jousselin qu'en dehors de l'application aux générateurs de vapeur, *l'alimenteur régulateur automoteur* à niveau courant pourra rendre de nombreux services lorsqu'il sera appliqué à l'alimentation d'appareils dans lesquels un liquide doit être maintenu constamment à un même niveau.

M. Goschler donne ensuite communication de l'analyse qu'il a faite de la note de MM. Huet et Geyler sur l'outillage et les procédés d'enrichissement du minerai.

M. Alquié rend compte ensuite des essais faits au chemin de fer du Nord, dans le

but d'éviter les accidents résultant du bris des manivelles dans les treuils des grues roulantes à pierres.

Le treuil est un outil d'un emploi général, et les accidents qui arrivent constamment avec cet appareil, tel qu'il est construit le plus souvent, nous font penser que nos lecteurs liront avec intérêt la communication complète de M. Alquié, et nous reproduisons textuellement le procès-verbal de la séance.

Le chemin de fer du Nord emploie, pour le service des pierres, des grues composées d'une charpente mobile de 8 à 12 mètres de portée, sur laquelle se meut un treuil capable de lever des charges de 10,000 kilog. avec quatre hommes aux manivelles. On peut, à l'aide de ces appareils, faire passer une pierre d'un wagon sur un chariot et réciproquement, ou la mettre en dépôt.

Les ordres de service prescrivent aux hommes chargés de la manœuvre des treuils de ne jamais quitter les manivelles, même pour descendre les charges; mais comme la descente est plus difficile que la montée, pour aider les ouvriers pendant cette période du travail, les treuils étaient munis d'un frein ordinaire; malgré cette précaution, il arrivait souvent que la charge maîtrisait les hommes, et ceux-ci lâchaient tout.

Or, si on considère que les pièces en mouvement du treuil ne présentaient pas en totalité un poids de plus de 700 kilog., on comprend quelles énormes vitesses devaient prendre ces pièces, et notamment les manivelles, sous une charge de 10,000 kilog. abandonnée à elle-même.

En effet, les manivelles commençaient par se redresser, puis, si la hauteur de chute était suffisante, elles se brisaient, étaient projetées quelquefois à des distances considérables. Dans tous les cas les ouvriers placés autour de l'appareil étaient exposés à être blessés ou tués, ce qui, malheureusement, est quelquefois arrivé.

Vivement préoccupé de ces accidents, on a d'abord cherché s'il n'était pas possible de faire des manivelles suffisamment résistantes, et, pour cela, on a commencé par augmenter leurs différentes sections; c'était une erreur; il n'était pas possible de donner à l'encastrement de la soie une section suffisante pour résister aux efforts résultant de l'action de la force centrifuge sur cette pièce ; les manivelles se déformaient toujours.

Les recherches ont ensuite été dirigées en sens inverse, et après avoir étudié un assez grand nombre de dispositions présentant toutes la soie effilée vers l'extrémité, on a reconnu que la meilleure consistait à encastrer la soie dans le bras, à la faire en acier fondu forgé pour lui donner plus de résistance à poids égal, et à l'équilibrer par un contre-poids placé de l'autre côté du bras pour combattre la tendance à la déformation de celui-ci.

Mais, en définitive, on n'a pas pu trouver une manivelle pouvant faire avec sécurité plus de 900 tours par minute. Il devenait donc nécessaire de rechercher les moyens d'empêcher ce nombre de tours d'être dépassé.

M. Alquié explique que c'est en plaçant sur l'arbre des manivelles des organes capables de faire naître un travail résistant, allant en augmentant avec la vitesse, que l'on a cherché à résoudre le problème, et il rend compte des premiers essais faits avec des plateaux munis d'ailettes et auxquels étaient fixées les soies équilibrées, essais qui réussirent complétement.

Ce n'est cependant pas à cette solution que l'on s'est arrêté; le calcul ayant, en effet, démontré que c'était bien moins aux ailettes qu'au grand moment d'inertie du système de manivelles qu'il fallait attribuer le bon effet produit, on s'est décidé à remplacer simplement chaque manivelle ordinaire par un plateau en tôle, entouré d'une jante en fer d'un poids convenablement calculé et après lequel se fixait la soie.



M. Alquié indique ensuite que, pour parer aux ruptures d'engrenages, on a monté, sur l'arbre du tambour, un frein d'un modèle spécial, fort ingénieux, inventé par M. Maitrejean, régisseur du Cirque.

La bague de ce frein est toujours serrée sur la poulie par l'action d'un levier à contre-poids, mais cette poulie ne peut tourner, et par conséquent le frein ne peut agir que lorsque la charge commence à descendre. A cet effet, sur l'arbre du treuil se trouve montée et calée une roue à rochet, contre laquelle se trouve appliquée la poulie du frein. Cette poulie est formée d'une jante et d'un disque vertical plein; elle est folle sur l'arbre du treuil. Les cliquets destinés à agir sur la roue à rochet sont fixés sous la jante à la paroi verticale de la poulie.

Pendant la montée de la charge, les cliquets glissent sur la surface des dents de la roue à rochet et la poulie du frein reste immobile.

Aussitôt qu'on veut descendre, le fond des dents vient s'appuyer sur les cliquets, qui tendent alors à entraîner la poulie du frein; mais comme celui-ci est toujours serré, la poulie ne peut pas tourner, et la charge reste suspendue. Il faut donc desserrer le frein pour que la charge puisse descendre.

De même dans un cas d'accident d'engrenage, ou d'abandon des manivelles, la charge reste suspendue.

M. Alquié montre ces divers mouvements sur un petit modèle qu'il met sous les yeux de la Société.

La séance du 15 décembre a été consacrée tout entière à l'examen des comptes financiers de la Société et aux élections du président, des membres du bureau et du comité.

Nous constatons avec plaisir que le nombre des membres qui était de 750 à la fin de l'année 1864 s'est élevé à 790, et que la Société possède un fonds inaliénable de 85,707 fr. 40 c., en dehors des recettes courantes résultant de l'intérêt du fonds inaliénable, des cotisations et amendes.

Les élections ont donné les résultats suivants :

Président : M. Nozo.

Vice-Présidents : MM. Callon (Charles), Flachat (Eugène), Love, Laurent (Charles).

Secrétaires : MM. Donnay, Tronquoy (Camille), Dallot, Servier.

Trésorier : M. Lousteau (G.).

Membres du Comité : MM. Salvetat, Pétiet (Jules), Alcan (Michel), Yvon Villarceau, Chobrzinski, Alquié, Forquenot, Molinos (Léon), Limet, Péligot (Henri), Mayer (Ernest), Vuillemin, Dubied, Breguet, Fourneyron, Goschler, Farcot (Joseph), Trélat (Émile), Benoît Duportail, Thomas (Léonce).

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---



## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

---

**Ville de Paris.** — On trouve dans un compte rendu récemment publié par la municipalité de Paris au sujet des travaux et remaniements de toutes sortes entrepris et exécutés de 1852 à 1865, pour la transformation et l'assainissement de la capitale, un dénombrement intéressant des boulevards anciens et nouveaux, établis ou modifiés, avec leurs compléments de promenades, plantations, squares, fontaines et appareils d'éclairage, ainsi que la description sommaire des bâtiments municipaux et départementaux destinés à des offices ou services publics, tels que les églises, mairies, lycées, casernes, bureaux d'octroi, monuments administratifs et hôtels divers.

Il serait difficile d'indiquer dans quelle proportion l'ensemble de ces améliorations et embellissements peut profiter aux diverses catégories de la population parisienne ; mais en général on ne saurait dénier un caractère évident d'utilité matérielle à ces grands travaux dont la plupart présentent même une importance exceptionnelle au point de vue de l'hygiène, de la salubrité et des besoins du public.

Dans cet ordre d'idées on peut citer les travaux suivants, qui se rattachent plus spécialement aux matières rentrant dans le cadre des *Annales du Génie civil.*

« Les ponts construits ou reconstruits (de 1852 à 1865, à frais communs avec l'État) sont au nombre de douze ; savoir : ponts Napoléon, de Bercy, d'Austerlitz, Louis-Philippe, Saint-Louis, d'Arcole, Saint-Michel, au Change, Solférino, des Invalides, de l'Alma, du Point-du-Jour. En outre, la ville vient de racheter le dernier pont payant, celui de Grenelle.

« Le réseau des égouts s'est accru d'une longueur de 260 kilomètres ; celui des égouts collecteurs portant bateau et wagon, est de 37 kilomètres.

« Le réseau des conduites de distributions d'eau est augmenté de 575 kilomètres, et, de plus, la ville en a acquis 250 de la compagnie générale des eaux. A ces quantités, il faut ajouter le réseau du bois de Boulogne et celui du bois de Vincennes.

« Le nombre des bornes-fontaines s'est accru de 1,300.

« La force des machines à vapeur et hydrauliques, employées à monter l'eau, a été augmentée d'une puissance de 12 à 1,400 chevaux, sans compter celle de 3 à 400 chevaux, achetée à la compagnie des eaux.

« L'eau de la Dhuys a été acquise, et son aqueduc construit en deux ans, sur une longueur de 131 kilomètres

« La capacité des réservoirs a été agrandie de 207,000 mètres cubes ; elle n'était précédemment que de 33,000 mètres cubes. Les réservoirs construits à Passy, à Gentilly, à Charonne, à Belleville, sont aujourd'hui couverts de voûtes, et les voûtes chargées de terre, ce qui permet de conserver l'eau plus pure et de la préserver des inconvénients que présentaient les anciens réservoirs non couverts, exposés à l'action de la lumière et à toutes les variations de la température.

« La quantité d'eau distribuée chaque jour, qui n'était que de 70,000 mètres en 1852, dépasse aujourd'hui 200,000 mètres ; elle atteindra bientôt 300,000 mètres, et s'élèvera à 400,000 mètres par vingt-quatre heures, lorsque sera fait l'aqueduc des sources élevées de la vallée de la Vanne, qui sont acquises, qui représentent plus de 100,000 mètres, et dont le projet de dérivation, à la suite de longues études, va paraître à l'enquête......

« ...... Les halles centrales élevées, de nouveaux marchés ouverts, d'anciens

marchés rétablis sur un meilleur modèle, parmi lesquels on peut citer le marché Saint-Honoré et le marché du Temple. En cours d'exécution, le grand marché à bestiaux, l'abattoir et le chemin de fer qui doit les desservir, le tout occupant 50 hectares. L'acquisition faite à Bercy, en vue de la création possible d'un deuxième entrepôt, de terrains d'une superficie de 150,000 mètres, et des constructions qui s'y trouvent.

« Les promenades et les plantations complétement transformées ; 50,000 arbres d'alignement transplantés sur un développement de 76 kilomètres. Aux anciennes contre-allées des boulevards et des quais, où l'on ne rencontrait aucun point de repos, ont succédé des promenades dont les allées sont couvertes de bitume et garnies de bancs.

« L'éclairage public a reçu d'importantes améliorations; la lumière répandue sur la voie publique a été triplée; l'étendue des conduites de gaz a plus que doublé; elle atteint aujourd'hui un développement de 930 kilomètres, et la ville a fait un sacrifice considérable pour faire profiter les habitants des territoires annexés, au point de vue des abonnements privés, du même avantage dont jouissaient déjà les consommateurs de l'ancien Paris. Les becs, qui se montaient à 12,000, sont aujourd'hui de 30,000. »

**Fondations de l'Hôtel-Dieu.** — La situation actuelle de l'emplacement ouvert à travers les quartiers de la Cité, pour l'édification du nouvel Hôtel-Dieu, permettant de mettre très-prochainement la main à l'œuvre, il a dû être procédé, le 15 janvier, à l'adjudication de la première partie de cet hospice monumental, dont l'ensemble des façades n'aura pas moins de 720 mètres de développement.

Il nous paraît intéressant de noter qu'il sera fait dans les basses fondations deux sortes de béton :

1° Du béton ordinaire;

2° Du béton étanche pour arrêter les hautes eaux; ce béton sera composé de une partie de chaux hydraulique, 3 de sable, 3 de cailloux, 1 de ciment de Portland, et sera payé 26 fr. le mètre cube.

D'autres édifices construits également dans la Cité ont été fondés au moyen d'un système de grillage, composé de fortes longrines en chêne qui, dans les profondeurs du sol, forment, avec un lit épais de béton, l'assise des fondations. Ce système, auquel on a eu recours pour bâtir le nouveau Tribunal de Commerce, neutralise complétement l'effet des infiltrations auxquelles sont exposés les terrains voisins de la Seine.

---

## EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Travaux et mesures préparatoires.** — Nos lecteurs nous pardonneront de leur faire suivre, pour aller visiter les travaux du palais du Champ de Mars, la route qui conduit par la longue rue de Chaillot à l'ancien emplacement du palais projeté du Roi de Rome et au pont d'Iéna, au risque de les enchevêtrer dans les escarpements et les terrasses gluantes que l'on rencontre en ce moment sur le chantier de nivellement du Trocadéro. Nous avons choisi cette direction comme étant la plus convenable pour apprécier l'état d'avancement de l'ensemble des travaux établis en vue de la construction du palais de l'Exposition, et du nouveau quartier qui doit lui faire face sur la rive opposée de la Seine.

Comme on le sait, le Trocadéro, ayant à sa gauche l'atelier central de construction des phares et à sa droite un enclos immense connu sous le nom de parc Franklin, domine, à une certaine hauteur, le Champ de Mars dont il est séparé seulement, vers le nord, par le quai de Billy et par le fleuve. — Le pont d'Iéna sert de trait



d'union aux deux emplacements respectifs qui seront à peu près symétriques en étendue, au moins dans le sens de la largeur, lorsque les travaux de la place du Roi-de-Rome et de ses abords auront fait disparaître la butte actuelle du Trocadéro et sans doute aussi l'atelier des phares et le parc Franklin. Le pont lui-même sera probablement élargi.

Les terrains à enlever au Trocadéro pour niveler et régulariser, au moyen d'un plan légèrement incliné s'élevant à partir de la Seine, l'emplacement qui formera la place du Roi-de-Rome, sont attaqués avec vigueur, au moyen de tranchées qui s'avancent successivement et presque parallèlement vers le sommet du monticule. Les déblais considérables qu'on en retire sont chargés sur de nombreux wagons qu'une forte locomotive remorque vers leur destination (abords du chemin de Ceinture) en suivant un chemin de fer provisoire qui coupe à niveau le quai de Billy, longe le côté droit du pont d'Iéna, franchit en courbe le coin nord-ouest du Champ de Mars et se poursuit actuellement vers le quai de Grenelle, pour être dirigé enfin jusqu'au viaduc d'Auteuil, aux abords duquel l'achèvement de la voie de raccordement qui doit desservir le palais de l'Exposition ne nécessitera pas moins de 200 mille mètres cubes de remblais.

Après avoir quitté le chantier du Trocadéro et suivi le pont d'Iéna, en remontant ensuite l'avenue de la Bourdonnaye jusqu'au droit de la rue Saint-Dominique, on peut franchir (moyennant une autorisation spéciale) la principale entrée de l'immense enceinte des travaux du palais de l'Exposition. Dès le premier coup d'œil on remarque, sur la droite de l'axe du chantier, c'est-à-dire du côté de la Seine, une activité exceptionnelle motivée sans doute par le surcroît de travaux que nécessite sur ce point un certain abaissement du sol. Le Champ de Mars n'offre pas en effet, comme on pourrait le penser, une surface parfaitement horizontale et on ne saurait évaluer à moins de 2 mètres la hauteur des remblais à faire dans la partie inférieure, du côté opposé à l'École-Militaire, pour établir la plate-forme sur laquelle le palais doit être édifié. Ces remblais proviennent en grande partie des fondations de la partie supérieure où le sommet des maçonneries destinées à supporter les colonnes se trouvera sensiblement arasé au niveau du terrain naturel.

Sur la partie semi-elliptique déjà apparente du palais, presque toutes les grosses maçonneries, construites en moellons, chaux et sable et présentant une épaisseur moyenne de $0^m,45$ à $0^m,50$ et $0^m,60$ suivant l'importance des galeries, sont arrivées jusqu'au niveau de la plate-forme et sont à peu près disposées de manière à recevoir les colonnes, armatures et ferrements qui doivent y être superposés [1].

Les maçonneries secondaires sont exécutées en béton Cognet, notamment celles du système d'égouts établis pour centraliser de distance en distance les ramifications des conduites d'eaux pluviales et d'usage intérieur qui viendront en fin de compte se déverser dans un égout collecteur amenant ces eaux à la Seine. On construit également en béton Cognet les piliers et les voutes basses des galeries d'aérage dont nous parlerons ci-après. La fabrication du béton est activée et alimentée par une machine à vapeur et par un manége spécial installés sur place et qui fonctionnent continuellement.

L'aspect actuel des fondations présente cette particularité intéressante, qu'on saisit

1. Les colonnes en fonte (préparées comme les autres ferrements dans des usines spéciales) n'auront pas moins de 23 mètres de hauteur et seront en deux pièces. Le prix d'adjudication de ces colonnes et des autres fers sont les suivants ; par kilogramme : Grandes fermes en tôle, $0^f,36$, — Couvertures en tôle ondulée, $0^f,70$, — Petits fers des verrières, $0^f,75$, — Colonnes en fonte, $0^f,32$, — Fers et fontes des charpentes de gare, $0^f,53$, — Petites tôles pour persiennes de 3/4 de millimètre, $1^f,15$. — Ces prix comprennent les droits d'octroi, la pose et la peinture à deux couches au minium de fer.



avec plus de facilité la disposition du sous-œuvre. Ainsi, la grande galerie d'aérage, contiguë au trottoir de 5 mètres qui régnera sur tout le pourtour de l'édifice, montre en ce moment, sur un sixième environ du développement total de l'ellipse, la double rangée de piliers espacés de 4 mètres dans le sens longitudinal de la courbe qui doivent supporter les voûtes de cette espèce de sous-sol d'aérage où sera installé d'ailleurs tout ou partie du matériel des restaurateurs, marchands et autres maîtres d'établissements autorisés à exercer leur industrie au pourtour du palais [1].

De fortes entretoises en tôle, placées de 16 en 16 mètres, et dont plusieurs sont déjà posées, rattacheront entre eux et avec le mur principal adossé à la galerie des machines les piliers des voûtes de la galerie d'aérage. L'emplacement déjà apparent affecté à l'exposition des machines est relativement considérable, comme il convient à cette industrie qui représentera sans doute plus que toute autre les progrès du travail du dix-neuvième siècle, sans rien ôter d'ailleurs de l'intérêt qui s'attachera à l'exhibition des produits des époques antérieures [2].

Seize autres petites galeries voûtées ou couloirs spéciaux d'aérage, établies sans piliers intermédiaires, se rattacheront à la galerie de ceinture et rayonneront vers le centre du square intérieur, en s'arrêtant à environ 56 mètres de ce centre. Toutes

1. La Commission impériale procédera dans un bref délai à l'adjudication des emplacements de la galerie située au pourtour du Palais, et réservée aux restaurants de tout ordre, cafés-glaciers, pâtisseries, boulangeries, dépôts de comestibles et de boissons, et, en général, aux établissements qui, après l'examen des propositions faites par les diverses classes de commerçants, seront jugés utiles aux visiteurs de l'Exposition.

D'une part, l'ensemble de chacun de ces établissements sera considéré comme objet d'exposition, et pourra à ce titre concourir pour les divers genres de récompense. D'autre part, les entrepreneurs pourront y exercer leur commerce habituel, et seront, en conséquence, soumis à certaines charges.

Chaque nation pourra installer dans la partie de la galerie de pourtour qui lui est attribuée des établissements destinés à faire connaître les mets, les boissons, les systèmes d'aménagements ou de service qui lui sont propres; mais ces établissements seront tenus de conserver leur caractère national, et ne pourront, en aucun cas, y renoncer pour adopter les procédés d'un autre pays. Les charges et conditions imposées seront les mêmes pour les Français et pour les étrangers.

La Commission impériale livrera aux adjudicataires le gros œuvre du bâtiment. Conformément au règlement général, elle laissera à leur charge les frais d'installation, de décoration, d'éclairage et de fourniture d'eau.

Les adjudicataires seront autorisés à diviser la hauteur de la galerie par un plancher formant le premier étage.

2. Voici le texte de l'arrêté du 8 janvier 1866, relatif à l'Exposition des œuvres caractérisant les grandes époques de l'histoire du travail.

Art. 1er. La galerie de l'histoire du travail recevra les objets produits dans les différentes contrées depuis les temps les plus reculés jusqu'à la fin du 18e siècle.

Art. 2. Les objets se rattachant à l'industrie de chaque nation seront placés dans une portion distincte de la galerie, et disposés de manière à caractériser les époques principales de l'histoire de chaque peuple.

Art. 3. L'exposition des sections étrangères sera faite par les soins des Commissions chargées d'organiser la participation de chaque pays à l'Exposition universelle de 1867.

Art. 4. Une Commission spéciale est chargée d'organiser pour la section française l'exposition des produits caractérisant les différentes époques de l'histoire du travail national, et de soumettre à l'approbation de la Commission impériale les règlements et instructions à publier dans ce but.

Art. 5. (Composition de la Commission.)





ces galeries sont en cours d'exécution, mais aucune ne paraît encore avoir été voûtée.

Aux galeries inférieures d'aérage (de ceinture et rayonnantes) correspondront bien entendu au-dessus du sol, autant de galeries régulières affectées au public et faisant corps avec le reste de l'édifice.

En résumé, sauf les piliers et les voûtes des galeries d'aérage qui sont actuellement en cours de construction, et d'autres détails peu importants, les travaux de terrassements et de maçonneries du palais de l'Exposition sont arrivés à peu près au niveau de la plate-forme, au moins sur une bonne moitié du plan. Il règne d'ailleurs sur l'ensemble du chantier du Champ-de-Mars un mouvement et une activité qui font bien augurer du prompt achèvement de cette œuvre gigantesque, dont les progrès successifs seront régulièrement et périodiquement signalés dans les *Annales du Génie civil.*

---

## TRAVAUX DES DÉPARTEMENTS.

**Isère.** — Un travail modeste quant à la dépense, mais qui emprunte un certain intérêt d'actualité aux efforts entrepris sur divers points de la France pour remédier aux effets désastreux des inondations, va être exécuté très-prochainement dans l'arrondissement de Grenoble.

Ce travail a pour objet la construction, dans le lit du torrent de Bresson, de douze barrages transversaux en pierres sèches, sur le territoire des communes de Montalien, de Saint-Vincent-de-Mereuze et du Touvet, lesdits barrages destinés à protéger les propriétés riveraines contre les ravages de ce torrent.

Le département de l'Isère et l'État, frappés de l'utilité de cette amélioration, se sont engagés à contribuer à la dépense dans une proportion déterminée par une dépêche ministérielle spéciale.

**Ville de Lyon.** — Nous reproduisons sous toutes réserves une nouvelle publiée par divers journaux de province, annonçant qu'une Compagnie vient de se former à Lyon pour l'établissement d'un pont gigantesque destiné à réunir les deux côteaux des Chartreux et de Fourvières, et qui partirait du plateau sur lequel est assise l'église de Saint-Bruno-les-Chartreux, pour aboutir en face à une faible hauteur du sommet de la montée des Anges. Cette Compagnie ne demanderait, dit-on, aucune subvention et se bornerait à la concession d'un péage.

D'après l'avant-projet, ce pont rigide aurait 250 mètres de longueur totale, 91 mètres de hauteur maximum de tablier (c'est-à-dire 40 mètres de plus que les plus hauts viaducs de chemin de fer) et 8 mètres de largeur de voie. Il serait construit entièrement en fer, à l'exception des culées extrêmes qui seraient en maçonnerie, ainsi que les bases des piles.

Le tablier du pont formerait une ligne droite composée de deux fermes accouplées à treillis, armées de câbles en acier à réaction automatique, d'après le système breveté de M. Castay, réunis par une solide triangulation de bracons. Il serait supporté par quatre piles de hauteurs et de distances inégales, suivant les accidents du sol. Ces piles, construites par étages, seraient composées chacune de 24 colonnettes creuses de 8,032 de diamètre extérieur, réunies horizontalement par des traverses en fonte, et diagonalement par des armatures en fer.

**Cherbourg.** — Une question d'une haute importance pour les départements de la Manche et du Finistère, celle du chemin de fer stratégique de Cherbourg à Brest, est toujours à l'ordre du jour.

Dans une de ses dernières séances, le conseil municipal de Cherbourg a voté à l'unanimité une somme de 3,000 fr. « pour faire les études du tracé de cette ligne, qui, s'embranchant à Couville, présenterait le grand avantage de la ligne la plus courte et donnerait satisfaction aux intérêts de la défense générale, tout en sauvegardant pleinement les intérêts industriels et commerciaux des départements intéressés. » (*Océan.*)

**Port de refuge de Biarritz.** — Parmi les travaux maritimes les plus intéressants qui s'exécutent sur le littoral du sud-ouest de la France, nous mentionnerons le port de refuge de Biarritz, travail assez considérable décrété par S. M. l'Empereur, et qui sera principalement formé d'un système de digues réunissant divers îlots de roches (calcaire coquillier), dont les sommets émergent au-dessus du niveau des plus hautes marées.

Ces roches isolées forment, par leur position en plan, comme une sorte d'anse naturelle où pourront s'abriter en toute sécurité, pendant les gros temps assez fréquents dans le golfe de Gascogne, les navires et bâtiments qui doivent attendre le moment le plus opportun pour franchir la *barre* assez difficile de l'Adour et pénétrer dans le port de Bayonne.

L'abri maritime en construction à Biarritz est situé entre la plage du port Vieux, si connue de tous les amateurs de bains de mer qui affluent en été dans cette localité privilégiée, et les abords de la plage Napoléon, où se trouve établie la résidence impériale.

Rien de plus simple et de plus intéressant que les dispositions techniques adoptées pour la construction de la digue qui avance progressivement vers le large, suivant le tracé courbe déterminé par la position des roches naturelles, au moyen d'énormes blocs en béton successivement transportés, jusqu'au point le plus avancé des travaux, sur un solide chariot roulant sur rails, et lancés à la mer par l'impulsion d'un mécanisme spécial qui imprime à la partie supérieure du chariot un mouvement de bascule et la dispose en plan incliné rigide et inébranlable.

Le béton destiné à la fabrication des blocs est préparé dans un immense bâtiment couvert où tous les aménagements nécessaires pour le tamisage et le lavage de la pierre cassée, la trituration du mortier à la vapeur, et le mélange des matières, se trouvent ingénieusement disposés.

Le béton est ensuite transporté en brouettes et versé dans des caisses en charpente ayant la forme à donner aux blocs et placées en cases d'échiquier sur un chantier extérieur pouvant contenir environ 200 blocs.

La composition du béton comprend deux parties de pierre cassée calcaire et une partie de mortier de sable de mer et de ciment de Portland. Chaque parallélipipède cube 15 mètres et offre un poids d'environ 36 tonnes.

L'approvisionnement des blocs est aussi considérable que peut le permettre la surface assez restreinte du terrain dont on a pu disposer pour le chantier de fabrication. Ces énormes masses sont séparées entre elles par l'espace nécessaire à la manœuvre de l'appareil employé à leur levage et à leur chargement.

Cette manœuvre s'effectue avec facilité ; l'appareil de levage consiste en un système de verrins d'une grande puissance, montés sur une charpente roulante qui permet de conduire le bloc jusqu'au-dessus du chariot placé sur la voie principale de service.

Les blocs ne sont lancés à la mer qu'après avoir acquis le degré de siccité suffisant pour résister aux effets de la chute, ce qui a lieu seulement trois mois environ après leur fabrication.

La partie la plus curieuse du chantier de construction est incontestablement le pont de service à treillis de charpente qui relie le chantier avec le premier roche



formant le point de départ des digues. Les blocs en béton chargés sur leur chariot et représentant un poids total d'environ 40 tonnes y circulent en toute sécurité, sans que la flexion du tablier soit appréciable; on est véritablement surpris de ce résultat lorsqu'on remarque la légèreté des supports formés de simples palées en rails Barlow, battus fréquemment par des mers furieuses.

Les digues sont établies par des fonds de 8 à 10 mètres en contrebas de la basse mer, et doivent s'élever à 7 mètres au-dessus de ce niveau. Elles nécessiteront l'emploi d'environ 5,000 blocs revenant à 600 fr. l'un; les dépenses du port atteindront par suite le chiffre de 3 millions.

L'exécution de ce remarquable travail, si désiré par la marine locale, aura indubitablement pour effet de rendre la sécurité et la vie au port de Bayonne, dont la situation géographique est d'ailleurs si heureuse, et pour l'amélioration duquel on ne s'est pas encore lassé d'étudier et de chercher à résoudre les problèmes les plus difficiles.

**Département du Nord** (EMPLOIS VACANTS). — Par un récent avis, le maire de Douai (Nord) a fait connaître « que, par suite de la reconstitution du bureau de l'architecte de la ville, deux places sont vacantes dans ce service, savoir :

« 1° Une place d'architecte de la ville au traitement fixe de 4,000 fr.;

« 2° Une place de conducteur de travaux au traitement fixe de 1,800 fr.

« Les candidats devront adresser leurs demandes au maire de Douai et y joindre des certificats et attestations de capacité et d'études spéciales.

« Pour tenir lieu de concours, MM. les candidats aux fonctions d'architecte municipal sont invités à joindre à leur demande un projet d'achèvement de l'hôtel de ville de Douai, comprenant l'aile ouest, la disposition de la cour d'honneur et la grande grille servant de clôture.

« Ces plans devront être à l'échelle de 1 centimètre par mètre; ils seront déposés à la mairie de Douai avant le 1er mars 1866. A cette époque, une commission officieuse, composée mi-partie de membres du conseil municipal, mi-partie d'hommes spéciaux, sera appelée à juger du mérite et de l'aptitude des candidats et facilitera ainsi la décision de l'administration.

« MM. les candidats trouveront, dans les bureaux de la mairie de Douai, des indications plus complètes sur la nouvelle organisation du service de l'architecte municipal. »

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

## des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

### Perfectionnements dans la construction des ponts, par J. SEDLEY.

Planche I, fig. 1 et 2.

Cette invention patentée par M. Angelo-James Sedley, ingénieur à Londres, a pour objet un nouveau mode de construction des ponts qui dispense de l'obligation de construire des voûtes et, par suite, de les décintrer. Ce système réunit la rigidité et la force que l'on recherche dans les ponts à arches.

En construisant un pont suivant ce principe, on emploie les quais eux-mêmes comme parties intégrantes du pont; il faut alors leur donner une disposition parti-



culière pour recevoir la portion du pont qui doit s'appuyer sur le sol. La portion du pont et les barres de suspension qui descendent de la partie supérieure de la tour, sont fixées en arrière par des tirants, ou d'après le mode employé dans la construction des ponts suspendus. M. Sedley préfère, pour des ponts dont la portée surpasse 30 mètres, employer un cylindre de fer creux de dimensions convenables. On l'enfonce assez pour avoir une bonne surface de portage et assez de résistance. Ce cylindre est percé sur le côté de manière qu'on peut le tenir au moyen de tirants pour l'empêcher d'être arraché par l'action des travées.

Il faut constater ici que dans la construction de ces ponts, où l'on peut employer des traverses ou des poutres plates, tubulaires ou à treillages, toutes les parties doivent être fixées avec beaucoup de solidité afin de ne pouvoir prendre aucun jeu.

Les travées qui se projettent du quai vers le milieu du pont, et qui constituent une partie importante du pont, ont la forme d'un angle aigu avec un talon à la partie qui touche au quai. Le sommet de l'angle est dirigé vers le milieu du pont. On reconnaît que la disposition la plus avantageuse consiste à donner à chacune de ces deux travées un peu plus du tiers de la distance des deux quais.

Quand on veut construire un pont de cette espèce, on prépare d'abord les quais et on pose la portion des travées qui doit reposer sur le quai. Pour mettre le reste en place, on opère de la manière suivante : on amène sur un ponton la portion de la travée que l'on veut poser, et on l'élève au moyen de bigues placées sur les parties déjà consolidées. On l'assujettit à l'aide de boulons ou de rivets, et on continue ainsi jusqu'à ce que toute la travée en porte-à-faux soit mise en place.

La partie du pont qui porte la voie s'étend d'une tour à l'autre et repose sur ces travées ; on peut la mettre en place peu à peu à mesure qu'on achève les travées en porte-à-faux : on se sert pour cela de bigues élevées à l'extrémité des travées et à l'aide desquelles on amène en place les traverses supportées par un bateau conduit à l'aplomb des lignes.

La construction de la voie pour ces ponts consiste de préférence en un système de poutres diagonales formées de fer plat et de fer d'angle rivés ensemble. De cette façon le poids et la tension se trouvent mieux répartis sur le pont. Par-dessus ces poutres de fer on peut poser un tablier en bois.

La fig. 1 représente une vue du pont, PP sont les quais, C le talon des travées en porte-à-faux, L les tirants qui servent à consolider ces talons en les reliant à la maçonnerie du quai, B des boulons fixés dans le quai et destinés au même but, J joints des travées qui permettent de les construire en plusieurs morceaux, $S^1$ portion de vis à laquelle sont attachées les barres de tension T, $T^2$ tour sur laquelle passent les barres de tension pour se rendre en $S^1$, $C^1$ point d'attache des barres de tension avec l'extrémité en porte-à-faux de la travée. M M est la poutre du milieu que l'on rive par-dessous avec les deux travées aux points $M^1$ et $C^1$.

La fig. 2 indique comment se fait la construction. Les quais P ayant été construits jusqu'aux lignes *a a*, on met en place les tirants L et les boulons B. On pose alors le talon A' de la travée. On voit ici comment on peut s'y prendre pour enlever et mettre en place le second morceau $A^2$ de la travée. On pose de la même manière $A^3$, $A^4$ et on attache alors à l'extrémité de la travée les barres de tension qui doivent aller passer par-dessus la tour. On les fixe par des boulons et des écrous ou des clavettes que l'on serre autant qu'il est utile. On met alors en place la poutre du milieu, comme l'indique la fig. 2, puis, pour compléter le pont, on pose le tablier.

Il est utile d'indiquer que lorsque les ponts de cette espèce doivent avoir plus de 30 mètres de portée, on ajoute aux barres de tension des tirants verticaux nécessaires pour donner aux travées cette rigidité nécessaire aux constructions de ce genre qui doivent être soumises à l'action de masses lourdes en mouvement.

*The Engineer.*



### **Creusets de verrerie**, par M. H. Johnson.

Planche I, fig. 3, 4 et 5.

Jusqu'ici les creusets de verrerie ont été faits d'argile et d'un seul morceau. On les met dans les fours de manière à les chauffer par leur surface extérieure; tantôt le fond seul ou bien les côtés, ou l'un d'eux seulement, et même, dans quelques usines, on les chauffe par la partie supérieure. Ces creusets sont très-fragiles, coûtent cher, et obligent à de fréquents chômages.

M. Johnson, verrier, a imaginé de nouveaux creusets auxquels on donne la forme que l'on désire, et qui doivent recevoir les matières nécessaires à la fabrication du verre. Ils sont formés de briques réfractaires avec une enveloppe d'argile réfractaire qui relie le tout. La chaleur et les gaz pénètrent par l'ouverture du creuset et viennent y réchauffer et y fondre leur contenu.

On place ces pots en nombre limité dans un fourneau à voûte, par exemple, et on élève une séparation entre les pots et le foyer ou les foyers, de manière que les gaz chauds puissent seuls venir agir sur les matières renfermées dans les creusets.

Dans les fig. 5, *a* représente la garniture extérieure en maçonnerie, *b* les barreaux du foyer, *c* la séparation élevée entre le foyer et l'espace *d* où sont placés les creusets, *e* les briques qui forment le creuset, *f* la garniture d'argile, *g* la surface plane que les gaz chauds sont obligés de lécher en passant sous la voûte avant d'arriver aux creusets qui renferment soit le verre, soit un métal (car la même disposition pourrait servir), *i* le conduit par lequel s'échappent les produits de la combustion et les gaz qui se rendent à la cheminée. On règle leur sortie au moyen de registres. *j* est l'ouverture par laquelle on retire le verre.

Les conduits de fumée peuvent être établis au-dessous et tout autour ou bien en côte des creusets.

La fig. 4 représente le plan du four avec un seul pot, la fig. 5 en donne une coupe verticale, et la fig. 3 l'élévation prise du côté de l'orifice de la sortie.

*The Engineer.*

### **Cric hydraulique**, de P. Justice.

Planche I, fig. 6 et 7.

Depuis longtemps on emploie, et avec de grands avantages, les crics hydrauliques. A l'aide d'un semblable cric, qu'un homme peut porter sur ses épaules, on peut soulever dix tonneaux en manœuvrant un triple levier comme pour une pompe.

Le cric de M. Justice paraît fort bien disposé. Les fig. 6 et 7 donnent les détails de sa construction. Il est d'une extrême simplicité, facile à réparer et à nettoyer, on peut le manœuvrer aussi bien horizontalement que dans le sens vertical. Au moyen d'une vis placée près du levier on peut abaisser le cric graduellement et sans accident, tandis qu'avec le levier et la soupape employés dans les autres modèles, il peut s'en produire avec de fortes charges. Ce cric est fort, compacte, bon marché, et sa réparation peut être faite presque sans frais et très-rapidement.

*Scientific American.*

### **Poutres en fer**, par M. Enoch Shufflebotham.

Planche I, fig. 8 à 14.

Cette nouvelle disposition des poutres en fer imaginée par M. Sufflebotham convient aux ponts de chemins de fer et dans beaucoup d'autres cas. La poutre se compose de deux longrines, l'une supérieure, l'autre inférieure, et deux emboîtures qui les réunissent. L'espace compris entre ces quatre pièces est occupé par des



tirants et des étais disposés en diagonales. Le but de cette invention est de supprimer, si l'on veut, l'usage des rivets.

Elle consiste premièrement dans une manière spéciale d'assujettir les diagonales dont les barres formant tirants sont simples, tandis que les étais sont formés de deux barres entre lesquelles passe le tirant. Ces étais et ces tirants sont boulonnés ensemble à leurs points de jonction au moyen de plaques en fonte encastrées de manière à s'engager sur la diagonale.

Les extrémités supérieures et inférieures de ces diagonales se logent dans une boîte dont une face porte des saillies pour recevoir les barres formant étais, et dont l'autre porte une mortaise qui reçoit l'extrémité du tirant. On remplit de ciment de fer l'espace qui reste libre au fond de la boîte. Cette boîte est, d'ailleurs, boulonnée avec les barres de la diagonale.

Les emboîtures des extrémités de la poutre sont faites de plaques de fer forgé tenues séparées par deux entretoises qui permettent de les relier aux deux longrines. A moitié hauteur une entretoise en fonte sert à recevoir les extrémités des diagonales.

Quand les poutres sont doubles, elles sont tenues l'une à l'autre par de petits tubes en fonte, des boulons et des écrous. On voit que toutes les pièces de cette poutre peuvent être montées séparément et assujetties à l'aide de boulons et d'écrous, ce qui rend possible son emploi dans les endroits où il serait impossible de faire des rivets. Le transport de ces poutres se trouve par cela très-simplifié, on peut les mettre en place sans employer de grue et avec une bien moins grande dépense.

La fig. 8 est une élévation de l'extrémité, la fig. 9 une vue de côté, et la fig. 10 une section transversale d'une poutre double. Les fig. 11, 12, 13 et 14 font voir les détails de la construction.

A, B sont les longrines supérieure et inférieure, c est une des emboîtures. Les étais des diagonales sont marqués en D, comme il y en a deux à chaque poutre, dans la poutre double, il y en a quatre. Les tirants sont en E, ils sont compris chacun entre deux étais, comme on le voit dans les fig. 11, 13 et 14 où les dimensions sont augmentées. FF sont les plaques de fonte qui servent à assembler les étais et les tirants à leurs points de croisement au moyen de boulons et d'écrous. Chacune de ces plaques s'applique sur les diagonales comme on le voit dans les fig. 9 et 10. Quand les poutres sont doubles, comme dans les fig. 8, 9 et 10, on sépare les deux parties avec des tubes de fonte G. Quand les poutres sont simples, il faut une plaque de fonte de chaque côté de l'intersection des barres diagonales.

Les fig. 11, 12, 13 et 14 représentent un des étriers qui servent à fixer les longrines aux extrémités des traverses diagonales D, E. Les fig. 11 et 12 représentent l'élévation de cet étrier. La fig. 13 en est une section et la fig. 14 est le plan de l'étrier. Les élévations, fig. 11 et 13, sont prises sur les côtés de la fig. 12. Le fond de l'étrier est en fonte et les côtés en fer forgé, ou bien l'étrier peut être fondu tout d'une pièce. En examinant les fig. 11, 12 et 13, on comprend facilement comment les étais et les tirants sont fixés à l'étrier. L'espace laissé vide au-dessous des extrémités des diagonales est rempli avec du ciment de fer, c'est ce qu'indiquent les lignes ponctuées de la fig. 12. On emploie de semblables étriers pour fixer les extrémités des diagonales à moitié hauteur des emboîtures aux points marqués H dans les fig. 8 et 9. Les emboîtures sont faites chacune de deux plaques de fer forgé C, $C^2$ portant à la partie supérieure des brides qui permettent de les relier aux deux longrines A et B; les entretoises de fonte I sont placées entre elles, au milieu, et à leurs deux extrémités. La plaque de fonte du milieu reçoit justement les extrémités des diagonales. Les plaques c, $c^2$ sont boulonnées à leurs extrémités à une plaque de fonte K servant de base.

On voit dans les fig. 9 et 10 comment sont disposées les traverses de fonte. Ces

traverses L passent entre les diagonales D, E, et sont supportées sur des paliers en fer M qui reposent directement sur l'angle formé par les diagonales, comme on le voit dans la fig. 9. Les paliers M ont une élévation N en leur milieu qui assure une répartition égale de la charge sur les deux poutres. *The Engineer.*

**Nouvel appareil d'épuisement** de M. A. NAGEL.

A propos de la construction d'une turbine près de Hambourg, M. Nagel jeune vient de faire connaître un appareil d'épuisement tout à fait nouveau. Outre l'importance des résultats qui doivent exciter l'attention des constructeurs et assurer à son emploi une grande extension, cet appareil est une nouvelle preuve qu'un principe physique bien établi peut sommeiller longtemps dans les livres avant de passer dans la pratique.

L'appareil de Nagel a, dans son principe, beaucoup de points communs avec la pompe rotative de Thomson, mais celle-ci n'a pas tenu, dans l'application, les promesses de son inventeur, car son effet utile n'atteint pas 0,18, chiffre fixé par Thomson.

Comme la plupart des découvertes d'une certaine valeur, l'appareil de Nagel est né du besoin même qui l'a produit.

Au moment de construire à Fuhlsbuttel une turbine destinée à donner le mouvement à un moulin, on se vit arrêté par la nécessité de jeter les fondations au-dessous du niveau de l'eau. Outre les dépenses de temps et d'argent, trois autres obstacles, tenant à la disposition des lieux, empêchaient de recourir aux machines à épuisement déjà connues. L'espace à épuiser avait une forme rectangulaire de peu de largeur. Deux de ses côtés étaient exposés directement à la pression de l'eau d'aval, et le troisième à celle de l'eau d'amont ; de plus, le sol recouvrait de nombreuses sources. Il était facile de prévoir, qu'à moins d'employer des machines très-puissantes, on ne parviendrait pas à épuiser toute l'eau. Bien plus, l'espace était si restreint, qu'il n'y avait pas moyen d'établir de pompe ou de machine à épuisement.

Enfin une difficulté spéciale se présentait encore ici et venait entraver la marche des opérations. La hauteur des eaux en amont est si faible que pour permettre la navigation et le mouvement des écluses, le propriétaire du moulin est tenu, deux fois par semaine, à enlever son barrage, et, par suite, à inonder l'espace sur lequel il s'agissait de faire les fondations. Il s'agissait donc, par conséquent, de faire l'épuisement dans un temps extrêmement court. C'est alors qu'il parut possible d'employer, pour enlever l'eau, la force motrice, dérivant des eaux d'amont, et que M. Nagel se proposa de construire une pompe rotatoire analogue à celle de Thomson.

Comme l'appareil d'expérimentation de Thomson offrait des dimensions beaucoup trop restreintes, il n'a pas été possible de savoir si une pompe semblable pourrait fonctionner avec des dimensions commandées par la circonstance. Il fallait donc ici que l'ingénieur marchât en s'appuyant seulement sur les principes.

L'appareil d'épuisement de Nagel, qui est représenté fig. 6, 7 et 8, repose, au point de vue théorique, sur les mêmes lois que la pompe rotatoire de Thompson.

L'eau qui s'écoule dans un tube de section variable prend aux différents points des vitesses variables, et dans les endroits où la section du tube est plus petite que celle de l'orifice, la vitesse éprouve un changement tel que la pression exercée sur la paroi devient inférieure à la pression atmosphérique, ce qui permet alors d'aspirer une nouvelle quantité d'eau au moyen de tuyaux latéraux.

La fig. 6 est le plan de la machine à épuisement employée à Fuhlsbuttel et des fondations. La fig. 7 est une coupe de l'appareil, et la fig. 8 une coupe transversale avec le tube d'aspiration.

Sur le cours d'eau, derrière le barrage mobile *a* s'ouvre une caisse en bois de sec-



tion rectangulaire *b*, *c*, *d*, qui est fixée sur le fond du canal. Cette caisse est pyramidale de *b* vers *c* pour faciliter l'entrée de l'eau. Au delà de *c* elle est évasée dans

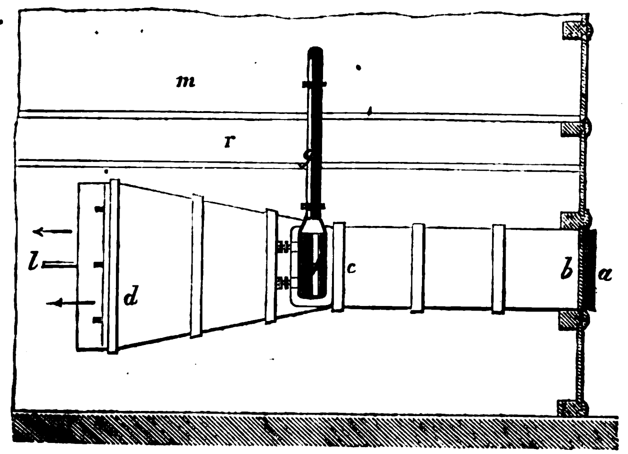



Fig. 6.

le sens horizontal, tandis qu'entre *b* et *c* c'était dans le sens vertical afin de pouvoir déverser plus facilement l'eau qui arrive par le canal latéral *e*.

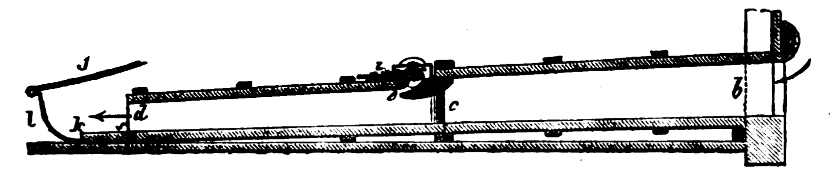



Fig. 7.

A l'endroit où arrive ce canal *e* se trouve une boîte rectangulaire en fer fermée hermétiquement et adaptée à la caisse en bois. Elle se prolonge latéralement par un tube

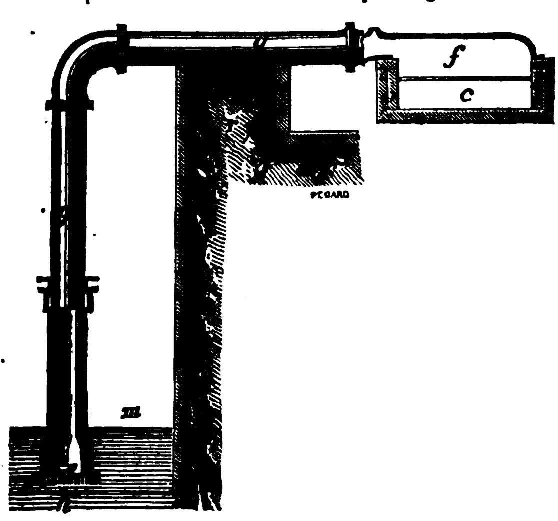



Fig. 8.

d'un diamètre d'environ 23 centimètres. Ce tube *g* est vissé à la caisse en fer et vient déboucher par une branche verticale dans la tranchée *m* que l'on veut dessécher.



Les préparatifs sont très-simples. Quand on ouvre le barrage *a*, l'eau retenue s'écoule dans la caisse de bois avec une vitesse qui dépend de sa hauteur. Arrivée dans le canal *e* elle se contracte, puis se répand de *c* jusqu'en *d* en s'élargissant. Il en résulte en *e* un vide qui entraîne l'air et l'eau de la caisse de fer *f*, de manière à produire une aspiration sur l'eau de la tranchée *m*.

Comme l'appareil devait fournir des données pour l'emploi d'appareils semblables, M. Nagel a eu raison de le munir de pièces destinées à assurer son fonctionnement.

C'est dans ce but qu'on a disposé la valve *k* mobile autour de la charnière *s* à la fin de la caisse en bois. Elle sert au moyen du cordon *s* et de la tige de fer *l* à fermer complétement l'orifice *d* de la boîte quand l'appareil ne fonctionne pas, afin de forcer l'eau à remplir complétement la partie divergente *cd* de la caisse en bois.

La soupape *h* placée à l'extrémité inférieure du tube vertical *g* est destinée à empêcher l'eau aspirée de retomber dans la tranchée *m*. Pour pouvoir atteindre à diverses profondeurs dans la tranchée, la portion inférieure du tube est montée à frottement.

Dans la caisse de fer *f* on a installé un tiroir *i* qui peut se manœuvrer de l'extérieur au moyen de deux vis, il permet de rétrécir ou d'augmenter la section du canal *e* suivant les besoins.

La soupape *k* est très-importante, car sans elle on ne peut mettre l'appareil en marche.

Il nous reste à parler maintenant des résultats obtenus à Fuhlsbuttel par l'emploi de l'appareil de M. Nagel. On peut signaler de suite que l'appareil, au dire des témoins oculaires, a parfaitement rempli son but qui consistait à assécher la tranchée *m*.

La tranchée avait 24 mètres de long et 5 mètres 1/2 de large, sa profondeur était de 2 mètres 1/2, en moins d'une demi-heure elle fut à sec et maintenue dans cet état par le fonctionnement de l'appareil, bien que les parois et le fond de la tranchée donnassent passage à une quantité d'eau bien supérieure à celle que les suppositions les plus favorables avaient indiquée.

L'eau de la tranchée n'était rien moins que pure, elle contenait des graviers qui auraient occasionné des accidents avec la plupart des systèmes de pompes en usage. Au bout du premier jour, on trouva dans la caisse *f* une collection de pierres qui y étaient arrivées sans avoir causé le moindre dommage à l'appareil.

Quand le niveau de l'eau, dans le fossé, se fut abaissé de quelques centimètres au-dessous de l'orifice *h*, la colonne d'eau remonta, et aspira ensuite l'air de la tranchée.

Il faut mentionner, comme tout à fait avantageux pour l'appareil de Nagel, qu'il fonctionne encore très-bien lorsque la hauteur du tube d'aspiration surpasse 1 à 2 mètres. La théorie que Zeuner a donnée de la pompe de Thomson, dans son ouvrage sur le tirage des cheminées de locomotives, ne peut donc pas s'appliquer à l'appareil de Nagel. Comme on le voit ici d'après les figures, les changements de sections se font partout de manière à éviter les changements brusques de vitesses, et les pertes de travail qui en résultent. L'appareil de Nagel évite donc cet inconvénient signalé par Zeuner, par lequel l'eau aspirée, aussitôt son mélange avec le courant d'eau, perd de sa vitesse par suite d'une augmentation de la section.

En examinant le principe de l'appareil de Nagel, on ne peut méconnaître qu'il est bien préférable à l'appareil de Thomson. La section rectangulaire a été choisie à cause de la facilité de la construction pour un appareil en bois. Au point de vue de la construction et de l'établissement des pièces et de la valve *k*, cette forme est extrêmement pratique.

Quant au rendement de l'appareil d'épuisement de Nagel, on n'a pas effectué, à Fuhlsbuttel, de mesures de dépenses d'eau, car on sait que ces procédés sont, en

général, insuffisants. On a fait des observations manométriques en différents points de l'appareil, et on les a prises comme bases.

On sait que le maximum de l'effet utile de la pompe Thomson est de 0,18 d'après les principes sur lesquels elle est fondée, qu'une bonne construction peut le porter un peu plus haut, et que les résultats donnés par Thomson n'ont de valeur que pour l'appareil qu'il a employé, et qui était assez mal construit pour que l'on eût pu prévoir un rendement aussi faible.

Du reste la question de rendement est ici un peu secondaire, car il est bien plus important de savoir que l'appareil a répondu de la façon la plus complète au but qu'on s'était proposé, qu'il a asséché la tranchée et qu'il l'a maintenue sèche, que cela s'est produit en employant uniquement l'écoulement de l'eau, sans frais, sans autre travail que l'ouverture de la vanne *a* et la manœuvre de la valve *k*, que l'expulsion d'eau chargée de graviers n'a occasionné aucune détérioration de l'appareil, et que, enfin, l'entretien et la mise en place de l'appareil n'entraînent, pour ainsi dire, aucun frais.

Dans beaucoup de cas où, comme à Fuhlsbuttel, on aurait pu employer un courant d'eau, on a dépensé beaucoup de temps et d'argent à installer des pompes plus ou moins compliquées. Dorénavant on pourra employer l'appareil de Nagel, et en constater les avantages pratiques.

*Polytechnisches Journal.*

---

# VARIÉTÉS.

---

**Sur le moyen d'augmenter la résistance au feu, des coffres-forts.**

Au nombre des moyens employés pour augmenter la résistance au feu des meubles si utiles connus sous le nom de coffres-forts, figure l'alun ammoniacal; ce sel double emmagasine, en effet, la chaleur; il est, comme disent les physiciens, *athermane*; il a été emprunté à ceux-ci, qui l'emploient dans les expériences d'optique, car, laissant passer les rayons lumineux, cet alun intercepte les rayons calorifiques, ce qui permet de séparer les deux espèces de rayons et d'étudier au microscope solaire ou au microscope à gaz, des animaux, des plantes ou autres objets délicats qui seraient cuits ou brûlés sans cette précaution.

Du laboratoire des savants, l'alun ammoniacal est entré dans l'atelier du fabricant de coffres-forts, où il rend des services, toujours en vertu de son athermansie. Un fabricant de Vienne vient de perfectionner cet emploi, en faisant usage non plus d'alun en dissolution, comme les physiciens, mais bien d'alun en cristaux. Ceux-ci formés d'alun *à base de potasse*, sont concassés et introduits entre les parois du coffre-fort. Ils prolongent la durée de la résistance au feu, surtout par une raison qui tient à leur composition chimique. C'est qu'ils contiennent une forte proportion d'eau de cristallisation (45.5 °/₀), laquelle, il est vrai, se dégage quand on chauffe, mais qui ne se sépare que peu à peu et sans entraîner de l'acide sulfurique.

Or, pour se dégager à l'état de vapeur, l'eau que l'alun contient à l'état solide absorbe une quantité énorme de chaleur; de plus, l'alun est athermane: ces deux propriétés s'ajoutent dans cette circonstance, et produisent naturellement l'effet utile dont le fabricant viennois tire si heureusement parti.

Cette application a été brevetée par lui. Elle a donné lieu à une discussion suscitée

par la concurrence. Celle-ci prétendait par exemple qu'en perdant de l'eau, l'alun perd aussi de l'acide sulfurique, lequel, après avoir rongé le fer du coffre-fort, ne manquerait pas de s'attaquer aux papiers qui y sont contenus. Des expériences spéciales, instituées par des chimistes, ont appris que ces craintes sont sans fondement. L'eau qui se dégage de l'alun chauffé est de l'eau pure et ne renferme pas la moindre trace d'acide sulfurique.

Il n'y a donc rien à craindre sous ce rapport.

La nouvelle application a remis en honneur l'alun à base de potasse qui avait été détrôné par celui d'ammoniaque. Le premier est maintenant fabriqué tout exprès, et se paie aussi un peu plus cher.

### Nouveau gisement de minerai de bismuth.

Depuis quelque temps le bismuth est devenu un article très-important par les nombreuses applications qu'il a reçues. Non-seulement il sert en médecine, ainsi qu'à la confection des alliages fusibles, mais le voilà employé dans la peinture sur porcelaine à laquelle il fournit une belle couleur vitrifiable.

Son prix a donc grandement haussé, et la recherche du minerai de bismuth est à l'ordre du jour. Or voici que, d'après M. David Forbes, on vient d'en trouver un gisement considérable dans les Andes (en Bolivie); ce minerai contient 5 °/o de tellure, autre métal très-rare et fort recherché. Malheureusement l'exploitation sera quelque peu difficile, car le gisement se trouve aux deux tiers du sommet de l'Illimani qui a 5,000 mètres de hauteur; en sorte que le travail devra se faire juste à la limite des neiges perpétuelles.

### La smechochromasie ou la coloration au moyen de savons de couleur.

Ces savons s'obtiennent en versant du savon de soude dans les diverses dissolutions métalliques; avec les sels de fer, il se produit ainsi un précipité de stéarate de fer d'un *brun orange*; avec les sels de chrome un savon *vert* virant au *violet*. De son côté le cuivre produit un savon *vert malachite*, le nickel du *vert émeraude*, le cobalt du *lilas*, l'urane du *jaune clair*, le manganèse du *rose*.

Ces savons sont, en général, solubles dans les corps gras, neutres et chauds; ils le sont aussi dans la paraffine et autres hydrocarbures de ce genre; ces matières sont, par eux, colorées en diverses nuances qu'on peut varier à l'infini.

L'art de colorer ainsi les savons a reçu de M. Kletzinsky le nom de *Smechochromasie*. Ce technologiste pense que cet art est également applicable à la coloration des étoffes ou du papier, d'autant mieux que ces objets deviennent par là *hydrofuges*. La couleur s'applique au pinceau sur l'étoffe tendue.

### Traitement des minerais de fer dans le but de les débarrasser du phosphore.

Ce mode de traitement imaginé par M. Stromeyer est, assure-t-on, pratiqué dans l'usine d'Iselde, près de Peine. Le minerai exploité est une limonite avec environ 25 °/o de calcaire; la fonte qu'on en retire contient de 2 à 3 °/o de phosphore et de 4 à 6 °/o de manganèse, tandis que la scorie ne renferme jamais plus de 0,1 °/o de phosphore.

Le mode d'épuration proposé consiste d'abord à calciner le minerai de manière à chasser tout l'acide carbonique et à obtenir de la chaux vive, d'enlever celle-ci par lavage à l'eau et de traiter le résidu par de l'acide chlorhydrique faible qui est à peu près sans action sur l'oxyde de fer tandis qu'il dissout les phosphates.



L'acide employé contient 20 °/₀ d'acide chlorhydrique; on l'étend de 4 parties d'eau et on laisse séjourner pendant 24 heures. Le minerai est employé tel quel, sans pulvérisation préalable, car les fissures qu'il a acquises par la calcination permettent à l'acide de pénétrer suffisamment pour enlever les matières solubles et qui, comme nous le voyons, se composent essentiellement de phosphates.

100 parties de minerai privé de calcaire exigent 4,7 parties d'acide chlorhydrique pur ($Cl\,H$) correspondant à 15,63 parties d'acide du commerce à 30 °/₀; cette quantité suffit pour débarrasser presqu'entièrement le minerai des phosphates qu'il contient; ceux-ci entrent naturellement en dissolution. Pour ne pas les perdre, l'auteur évapore cette partie liquide et phosphoreuse et porte ensuite le résidu à la température de la fusion du plomb; l'acide excédant s'échappe, et peut, au besoin, être recueilli à nouveau; le reste est retenu à l'état de chlorure de calcium.

Après que tout l'acide chlorhydrique libre a été ainsi chassé, il reste un produit pouvant servir comme engrais. Ce produit offre la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Oxyde de fer | 12,77 |
| Chaux | 36,35 |
| Acide phosphorique | 42,28 |
| Chlorure de calcium | 8,60 |
| | 100,00 |

Quant au minerai épuré, il ne contient plus que 0,6 °/₀ de phosphore.

Ce procédé peut convenir à une petite industrie; mais il n'est certes pas praticable sur une grande échelle, il ne pourrait avoir de l'avenir que dans le cas où il n'y aurait pas au monde de minerai exempt de phosphore, ou dans celui, nullement désirable, où le fer et l'acier seraient encore au prix où ils étaient il y a un siècle.

### Solubilité du sulfate de plomb dans l'eau pure.

D'après M. Rodwell, 1 partie de sulfate de plomb se dissout dans 31,061 parties d'eau à 15°. — Par l'évaporation, le sulfate dissous se sépare en petits cristaux.

### Sur les principes minéraux contenus dans le houblon de Bavière.

Cet important travail est dû à M. Wheler (*Journ. fur. prakt. chem.*, t. 94, p. 385). L'incinération a été effectuée, au rouge sombre, dans un creuset de platine.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Potasse | 42,63 | 37,58 | 37,34 | 35,91 | 37,70 | 38,58 | 38,58 | 39,42 | 38,89 | 25,14 | 19,27 | 32,37 |
| Soude | 1,64 | 6,02 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Chaux | 14,50 | 15,14 | 16,32 | 17,46 | 13,19 | 13,33 | 17,96 | 16,09 | 17,51 | 15,97 | 24,58 | 9,77 |
| Magnésie | 2,63 | 3,36 | 13,36 | 5,99 | 6,77 | 1,49 | 6,44 | 5,88 | 3,57 | 5,77 | 6,35 | 4,87 |
| Sesqui-oxyde de fer | 0,82 | 0,68 | 0,38 | 0,97 | 1,97 | 0,56 | 1,31 | 1,79 | 2,49 | 3,18 | 3,03 | 0,67 |
| Oxyde manganoso-manganique | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 1,55 | » |
| Alumine | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Acide phosphorique | 18,74 | 11,38 | 13,88 | 16,86 | 15,33 | 14,86 | 17,37 | 16,82 | 9,20 | 14,05 | 9,48 | 17,65 |
| Acide sulfurique | » | » | » | » | » | 2,32 | » | » | 2,88 | 5,40 | 4,33 | 5,30 |
| Chlorure de potassium | » | » | 4,20 | 6,10 | 5,57 | 9,94 | 2,09 | 4,04 | 4,47 | 1,66 | 2,29 | 9,11 |
| Chlorure de sodium | 3,84 | 5,20 | 0,21 | 1,90 | 7,09 | 1,41 | 4,33 | 2,41 | 3,93 | 7,23 | 3,29 | 0,73 |
| Silice | 15,20 | 18,64 | 14,31 | 14,81 | 12,38 | 11,76 | 11,92 | 13,45 | 17,07 | 21,60 | 25,83 | 19,53 |

N° I est la variété appelée Spalt.
II — Weingarten.
III — Holledau.
IV — Roth.
V — Aischgrund.
VI — Lauf.

N° VII est la variété appelée Hersbruck.
VIII — Sulzbach.
IX — Saaz (Bohême).
X — Farnham Whitebine
XI — Kent Yellow Grape.
XII — Bentley (Hampshire).

Ces trois dernières sont des variétés anglaises.



L'auteur a, en même temps, analysé le sol sur lequel sont venues deux de ces variétés de houblon, ce sont le n° I et le n° XII (*spalt et hersbruck*).

Voici les résultats :

| | SPALT. | HERSBRUCK. |
|---|---|---|
| Potasse | 0.140 | 0.439 |
| Soude | 0.005 | 0.134 |
| Chaux | 0.072 | 1.292 |
| Magnésie | 0.038 | 0.655 |
| Sesqui-oxyde de fer | 1.432 | 3.070 |
| Oxyde manganoso-manganique | 0.05 | 0.330 |
| Alumine | 0.580 | 1.602 |
| Acide phosphorique | 0.422 | 0.358 |
| Acide sulfurique | 0.009 | 0.040 |
| Chlorure de potassium | » | » |
| Chlorure de sodium | 0.018 | 0.026 |
| Silice | 0.028 | 0.073 |
| Acide carbonique | 0.140 | 1.101 |
| Eau | 2.065 | 3.01 |
| Substances insolubles | 95.736 | 89.033 |
| Azote | 0.226 | 0.161 |

### Collage du papier parchemin.

Le papier parchemin, si utile et si généralement employé a, jusqu'ici, trouvé une limite à son usage en ce qu'il n'a pas été possible de le coller sur lui-même, sinon de le coller sur d'autres objets. M. Brandegger a heureusement résolu ce problème de la manière suivante :

La partie qui doit être collée est, au préalable, humectée et détrempée avec de l'alcool, puis appliquée tout humide sur l'objet destiné à le recevoir et préalablement recouvert de colle forte.

Si le papier parchemin doit être collé sur lui-même, on n'a qu'à traiter, comme il vient d'être dit, tous les points qui sont destinés à se toucher.

### Sur un nouveau procédé de blanchiment dit : « blanchiment par hydrogénation. »

Ce nouveau procédé qui a été breveté au profit de MM. Karcher, Jung et Tigeler, ne dispense pas de l'emploi du chlore, mais il prétend rendre inoffensive l'action de ce gaz en mettant la fibre végétale dans un état où elle n'a pas à redouter les effets de cet agent décolorant et destructeur, soit en traitant au préalable celle-ci par du bisulfure d'hydrogène, soit même par de l'hydrogène sulfuré ; après quoi on peut, suivant les auteurs, impunément soumettre la matière textile à l'action du chlore ou à celle des hypochlorites.

Pour sulfhydrogéner la fibre ligneuse, les auteurs la font d'abord plonger dans un bain de sulfure alcalin, puis ils ajoutent un acide.

Ce traitement ne suffit pas pour la fibre textile que l'hydrogène sulfuré ne pénètre que lentement ; après le blanchiment par le chlore, il faut toujours procéder à une nouvelle hydrogénation.

Nous n'insisterons pas sur la complication de ce procédé, mais nous rappellerons que la déchloruration de la fibre végétale et les différentes opérations qui en sont la conséquence, sont, depuis longtemps, évitées en France de la manière la plus



simple par l'emploi de ce qu'on appelle les *antichlores*, tels que le protochlorure d'étain, le sulfite, et, mieux encore, l'hyposulfite de soude.

Cette application est devenue aujourd'hui si importante que les papeteries, à elles seules, consomment annuellement des proportions considérables d'hyposulfite de soude. (On peut consulter, sur cette question, un intéressant mémoire de M. Gélis, voir *Journal de pharmacie et de chimie*, t. XXXVI, p. 271.)

### Sur le fluorure de silicium et son application à la fabrication de la soude.

En faisant fondre du fluorure de calcium avec de la silice on obtient, suivant Gay-Lussac, une certaine quantité de gaz fluo-silicique. La proportion s'élève à environ 30 % du fluorure employé.

M. Tessié-du-Motay a poussé le rendement jusqu'à 66 ou 68 % du fluorure employé, en ajoutant au mélange une proportion convenable de charbon, il se produit en même temps de l'oxyde de carbone aux dépens de l'oxygène de la silice.

Avec ces ingrédients additionnés d'un peu d'argile, employée comme fondant, M. Tessié forme des briquettes qu'il chauffe ensuite en vase clos muni de tubes de dégagement qui communiquent avec de l'eau dans laquelle le gaz fluo-silicique se transforme en silice gélatineuse et en acide hydro-fluosilicique.

Les briquettes sèches contiennent :

| | | |
|---|---|---|
| Silice. | 11 | équivalents. |
| Spath-fluor. | 18 | — |
| Charbon. | 30 | — |
| Argile | q. s. | |

Ce procédé permet de transformer le chlorure de sodium et de le réduire en fluo-silicate de sodium en opérant dans un haut fourneau; le fluo-silicate est ensuite transformé en carbonate par l'un des procédés connus.

L'invention de M. Tessié du Motay est en ce moment à l'essai; elle a été de sa part l'objet d'un brevet d'invention pris à Londres le 14 juillet 1864.

J. NICKLÈS.

---

### Progrès industriels en France.

Les progrès qu'a faits l'industrie française depuis plusieurs années sont considérables : nous croyons intéresser nos lecteurs en traduisant un article que l'*Engineer* a consacré à cette question.

On lit dans *The Engineer* :

D'immenses progrès ont été réalisés en France dans ces dernières années sur tout ce qui concerne l'industrie du fer, et de même qu'il serait tout à fait indigne des Anglais de douter de leurs ressources et de craindre que, malgré leur ingéniosité ou leur persévérance, ils ne restent à l'arrière-garde dans le mouvement, il serait absurde pour nous de fermer les yeux et les oreilles à ce que font nos voisins dans la lutte nouvelle, pacifique, mais importante, qui commence entre eux et nous pour prendre la première place dans le monde manufacturier et commercial.

Nous nous proposons donc de donner de temps en temps le compte rendu de ce qui se fait dans les établissements industriels français, de leurs essais et de leurs succès, et aussi quelques renseignements, quand il y aura lieu, sur la situation de leurs forges et leurs ressources en matières premières.

Parmi les travaux les plus remarquables qui viennent d'être terminés ou qui sont actuellement en cours d'exécution, nous pouvons mentionner la construction dans les ports de la Méditerranée d'un certain nombre de bâtiments cuirassés pour le

gouvernement italien. Le sixième de ces navires vient d'être mis à l'eau, *le Varese*. On dit en France que quelques personnes doutent que les maîtres de forges et les ingénieurs de ce pays puissent entrer en lutte avec ceux de l'Angleterre, et des exemples surgissent de temps en temps qui, jusqu'à un certain point, démentent cette appréhension.

Par exemple, nous apprenons que, il n'y a pas longtemps, la ville de Leeds ayant demandé 2,600 tonnes de tuyaux pour conduite d'eau, la soumission d'un industriel français fut seulement de 4 livres sterlings au-dessus de celle de l'adjudicataire anglais. C'était certainement une concurrence sérieuse pour une affaire qui s'élevait de 13,000 à 14,000 livres.

Un autre soumissionnaire, dans la Nièvre, fut plus heureux en Belgique; il y a quinze jours environ, il a obtenu la fourniture de 400 essieux en acier Bessemer, pour les chemins de fer de l'État.

Il est hors de doute que la France ne dépend plus de l'Angleterre pour ses rails : le chemin de fer du Nord vient de commander 12,000 tonnes aux usines de Maubeuge, au taux de 185 fr. la tonne.

La même Compagnie a commandé 22 machines à marchandises et 8 locomotives du système Crampton.

Parmi les commandes reçues des pays étrangers, nous pouvons indiquer :

14 machines à marchandises à 8 roues, pour l'Espagne; 4 machines horizontales de 30 chevaux chacune, pour Mexico; toutes ces commandes sont en cours d'exécution dans un établissement atteint par l'incendie il y a quelques jours. Les travaux faits ont eu plus ou moins à souffrir.

2 machines horizontales de 100 chevaux, pour la Prusse, sont en construction dans un atelier près de Paris.

Dans les ateliers de Paris même, on construit actuellement : 2 machines marines, de 250 chevaux chacune, pour l'Italie; 10 machines à draguer pour les travaux de l'Isthme de Suez; 5 bateaux toueurs pour la navigation de la France; 12 machines locomobiles pour les docks du Havre; une série de machines à raboter, mortaiser et autres, avec machines locomobiles et tous les accessoires, pour Constantinople; 6 machines à imprimer à double action, avec 2 machines locomobiles, pour les États du Pape; une machine à basse pression, de 100 chevaux de force, pour les carrières des environs d'Alexandrie; 2 machines de 120 chevaux, avec batterie de 4 pompes, pour enlever à peu près 400 gallons d'eau par coup, pour la Hollande; une machine horizontale de 200 chevaux, avec appareils, accessoires complets pour 30 paires de meules du système anglais, pour Odessa; en outre un certain nombre de chaudières pour la fabrication du sucre et autres ouvrages moins importants.

A l'époque où l'on s'occupait de l'édification du Palais de l'Industrie, construit dans les Champs-Élysées pour l'exposition universelle de 1855, la portée de la couverture effraya les constructeurs français, et l'on traita avec une maison anglaise établie à la fois à Londres et à Paris.

La même difficulté n'a pas lieu actuellement pour la construction de l'édifice destiné à l'Exposition de 1867, et la partie métallique est maintenant en cours d'exécution dans les établissements de Cail et Cᵉ; Gouin et Cᵉ; Joret; Jolly; et Rigolet; tous à ou près de Paris; le traité pour les deux zones intérieure et extérieure, ou grandes galeries de l'édifice, ayant été partagé par parties égales entre les deux premières maisons indiquées. L'espace intermédiaire entre ces deux parties sera recouvert d'une simple toiture supportée par des piliers, appuyés contre les deux parties dont il vient d'être question.

L'établissement de Cail et Cᵒ, situé sur le quai de Billy, qui occupe 1,000 à 2,000 ouvriers, fut brûlé complétement, il y a quelques jours.



L'accroissement de cet établissement a suivi pas à pas celui de l'industrie mécanique en France; il fut fondé en 1818 par un chimiste nommé Derosne, dans une boutique d'une maison de la rue des Batailles, pour essayer un nouveau système de distillation. En 1824, quelques progrès s'étaient accomplis et M. Derosne, qui avait pris M. Cail comme simple ouvrier, commença avec environ 50 ouvriers, dans un petit atelier, la raison sociale Derosne et Cail, qui est devenue la société Cail et Ce, comme on dit à présent, et qui, outre l'établissement de Paris, en a d'autres à Denain, Douai, Valenciennes et Bruxelles, occupant en moyenne 4,000 ouvriers. Ce ne fut que vingt ans après la formation de la société, qui s'était constituée seulement pour la construction d'appareils distillatoires et d'appareils propres à la fabrication du sucre, que commença dans l'établissement la construction du matériel de chemin de fer.

Actuellement, les locomotives sont l'objet de sa principale fabrication : les machines Crampton et les machines à marchandises sorties de ses usines ont acquis une haute réputation. Immédiatement après l'incendie, M. Cail attribua une forte somme à la construction de hangars et même occupa un grand nombre d'ouvriers sous des tentes ou en plein air. L'Empereur a donné 5,000 fr. pour venir en aide aux ouvriers sans occupation.

La position des districts de forges est ou plutôt était excellente à cette époque de morte saison. Malgré la diminution générale des ordres à la fin de l'année, les forges sont toutes en feu, et depuis une quinzaine il arrive des ordres importants; la pluie ayant fait monter les eaux des cours d'eau,, les moulins sont en pleine activité.

A Saint-Dizier, les demandes étaient nombreuses aux taux suivants : 225 à 230 fr. le fer laminé, 270 à 275 fr. le fer martelé, et 235 fr. le fer n° 20.

En Franche-Comté, il y avait une tendance à la hausse; la fonte était à 167 fr. la tonne.

La semaine dernière la morte saison commençait à se faire sentir, les ordres étaient moindres et les prix baissaient; sur le marché de Saint-Dizier, les prix étaient les suivants : pour les fers au coke, 210 fr. la tonne; pour les fers au bois, 225 à 230 fr., et les fers mixtes, 215 à 220 fr., les fers feuillards à 235 et 240 fr., les fers de fenderie n° 20 à 225 et 230 fr.

Dans le Nord, les maîtres de forges demandaient plutôt des chiffres élevés, fondant leurs réclamations sur l'élévation des prix au dehors et sur la cherté des combustibles; le dernier argument est par lui-même insuffisant, parce qu'il s'applique au moins avec une force égale aux autres parties de la France où la même prétention ne s'est pas produite pour le moment.

Les grands centres manufacturiers de la Belgique, Liége et Charleroi, peuvent être compris commercialement dans ceux de la France. Charleroi, dit-on, a reçu grand nombre d'ordres pour la Russie et surtout pour l'Amérique, où l'on se hâte de réparer sur les chemins de fer aussi vite que possible les dégradations résultant de la guerre.

Le prix des rails s'est élevé et tend encore à monter, non-seulement à cause de la demande, mais aussi à cause d'approvisionnements insuffisants en charbon et en coke. Ce déficit résulte de ce que les canaux ont gelé et que les chemins de fer n'ont pas un matériel assez considérable pour transporter tout le combustible demandé.

La situation à Liége présente très-sensiblement le même caractère; les commandes des locomotives et autres appareils pour les chemins de fer sont nombreuses. On parle d'un traité ayant pour objet 2,000 wagons de chemin de fer pour le gouvernement belge. Les forges ne sont pas dans les mêmes conditions d'activité; elles sont arrêtées en partie par le refus des maîtres de forges, le mois dernier, de consentir aucune réduction de prix. Les ouvriers dans le Hainaut, dans le voisinage de Liége, ont commencé une grève, il y a peu de temps, mais depuis ils ont pensé qu'il était préférable de retourner au travail.

L'immense quantité de maisons qui se construisent à Paris, où le bois est presque

absolument banni des constructions, peut être évaluée d'après ce fait, que depuis le mois d'octobre il n'y a pas eu moins de 3,000 tonnes de fer laminé et plus de 1,500 tonnes de fontes introduites dans la ville; soit 800 tonnes de plus de fer et 42 tonnes de fontes de plus que les demandes du même genre pendant le même mois de l'année 1864.

On dit que l'une des principales fonderies du Pas-de-Calais expédie des quantités considérables de fonte en Angleterre, et qu'elle a reçu des ordres importants pour nos colonies.

COMITÉ DE RÉDACTION.

---

### Endiguement de la Tamise.

Les travaux d'endiguement de la rive gauche de la Tamise dans la traversée de Londres, depuis les jardins du Temple jusqu'au palais du Parlement, avancent assez rapidement. Deux entrepreneurs se sont partagé cette gigantesque entreprise : M. Ritson pour la section orientale, qui se termine à 250 pieds à l'est du pont de Waterloo, M. Jurness pour la section occidentale. La première section n'aura qu'un seul débarcadère pour les bateaux à vapeur qui sillonnent le fleuve, la seconde en aura cinq. Le plan généralement adopté pour les deux sections est de créer, aux dépens des terrains submergés par la marée haute, une large esplanade, traversée dans toute sa longueur par une voie couverte ou tunnel destiné au chemin de fer souterrain et par un égout, et protégée du côté de la Tamise par un revêtement en granit surmonté d'un parapet. A chaque débarcadère, un bateau, qui montera et descendra avec le niveau de l'eau, offrira un plancher de bois mis en communication avec l'esplanade par des ponts en bois également mobiles et remplaçant des escaliers. Le débarcadère de Whitehall aura seul un caractère plus monumental, avec des escaliers en pierre. Pour asseoir la section occidentale, M. Ritson emploie des caissons en fer, remplis de béton après avoir été mis en place, et qui s'enfoncent de six pieds dans l'argile qui forme le lit du fleuve. On estime que ces caissons représentent 1,800 tonnes de fer, valant un million de francs comme matière brute; l'achèvement de la section exigera en outre 500,000 pieds cubes de bois, pour pilotis, étais, etc., 1,300,000 pieds cubes de béton, 1,200,000 pieds cubes de maçonnerie en briques, et 400,000 pieds cubes de granit, sans parler de 12 millions et demi de pieds cubes de ballast pour combler les terrains enlevés à la Tamise et qu'on portera au niveau de l'esplanade. Ce travail occupe mille ouvriers et des machines à vapeur représentant un nombre égal de bras.

---

### Notes et Memoranda.

Un ingénieur anglais avait pris, depuis un grand nombre d'années, la bonne habitude de toujours lire un crayon à la main et de noter ce qu'il croyait utile de retenir. Cet ingénieur fait aujourd'hui le dépouillement de son carnet et le publie dans un journal anglais l'*Engineer*, sous le titre de *Notes and Memoranda.* Nous ferons quelques emprunts à ce travail, en y ajoutant parfois des observations ou des notes recueillies par nous-même.

En Russie, on conserve les grains dans des fosses creusées dans le sol, et dont les parois ont été durcies par une exposition prolongée à l'action du feu. Avant d'introduire le grain dans un de ces puits, on y brûle de la paille pour enlever toute humidité et purifier l'air. Le grain entassé est soigneusement recouvert. On dit que des grains ont été ainsi conservés pendant quarante ans.

Le caoutchouc est perméable par différents gaz dans l'ordre suivant : gaz ammoniac, 1 minute; hydrogène sulfurique, 2′ 1/2; cyanogène, 3′ 1/2; acide carbonique, 5′ 1/2; protoxyde de nitrogène, 6′ 1/2; hydrogène arsenié, 27′ 1/2; gaz oléifiant, 28 minutes; hydrogène, 37′ 1/2″; oxygène, 1′ 53″; oxyde carbonique, 2′ 40″.



A Saint-Sébastien, en Espagne, les piles d'un pont en bois placées en mer ont été protégées contre les attaques des vers marins[1] de la manière suivante : chaque pile a été entourée d'un coffre en bois, et les interstices ont été remplis de ciment blanc. Après six années, les piles étaient en parfait état de conservation, tandis que les coffres extérieurs avaient été complétement perforés par les vers.

La première fabrique de couperose verte en Angleterre fut fondée en 1579 par un Brabançon nommé Mathieu Falconet, qui, dit un auteur contemporain, avait l'art d'extraire du soufre et de la couperose de certaines pierres ramassées en grandes quantités sur la côte, près de Minster, dans l'île de Sheppey.

Les plantes qui croissent dans des eaux courantes ou dans de vastes eaux soumises à l'action du vent contiennent plus d'iode que celles qui vivent dans des eaux stagnantes.

Lorsque Mahomet II fit le siége de Constantinople en 1543, il se servit de canons lançant des projectiles en pierre du poids d'environ 550 kil.; ces canons ne pouvaient faire feu que quatre fois par jour.

En constatant la vélocité avec laquelle la lumière passe au travers des feuilles de différents métaux, M. Quincke a trouvé qu'elle traverse plus rapidement l'or et l'argent que le vide.

On peut affirmer que le papier fait de coton était en usage dès le onzième siècle, puisque la Bibliothèque impériale (Paris) renferme un manuscrit écrit sur papier fait de coton et portant la date de 1050.

Les pommes de terre gelées sont douces, parce que leur amidon s'est converti en sucre; le même effet se produit lorsque des pommes de terre poussent des germes au printemps; par conséquent, elles ont alors moins de valeur au point de vue nutritif.

La fabrication du savon à Londres commença en 1524; antérieurement, on s'y servait de savon blanc venant de l'étranger et de savon gris tacheté de blanc, venant de Bristol. Ce dernier était vendu 10 centimes (un penny) la livre.

Il y a une centaine d'années, une maison fut construite à Baltimore avec des briques importées d'Angleterre : sous le sol de cette même maison il se trouvait un banc d'argile qui a donné depuis et qui donne encore annuellement la matière première de la fabrication de millions de briques.

Les liqueurs fermentées et le lait contiennent de l'iode; mais le lait est plus riche en iode que le vin. La proportion de l'iode dans le lait est en raison inverse de la quantité que l'on en a trait. Les œufs contiennent aussi de l'iode, et, par exemple, un œuf d'oiseau pesant de 3 à 4 grammes contient une plus grande quantité de cette substance que 3 décilitres de lait de vache.

En 1760, la valeur de toutes les étoffes de coton manufacturées en Angleterre représentait une somme de 5 millions de francs; en 1772, l'Angleterre fabrique 50,000 pièces de calicot; en 1816, le nombre de pièces fabriquées atteint un million.

En 1750, l'industrie du coton employait 20,000 personnes; en 1801, ce nombre était quadruplé.

En 1823, il y avait dans la Grande-Bretagne 10,000 métiers à la vapeur. En 1862, le nombre de ces métiers avait atteint 399,992, mis en mouvement par 294,000 chevaux-vapeur, occupant 451,000 ouvriers groupés dans 2,887 manufactures qui contenaient 30,387,457 broches.

Depuis quelque temps, on parle beaucoup de l'ozone : le docteur Richardson prétend que c'est l'ozone qui produit les cathares.

Un fil de platine ayant un diamètre de $1^{mm},9538$ peut tenir suspendu un poids de 124 kil.

1. Voyez *Annales du Génie civil*, 3e année, page 276, un travail intéressant sur le Taret.



De l'eau chauffée dans un vase solide et hermétiquement clos a fait fondre du plomb à 612°.

L'eau de la mer est à la fois salée et âcre à sa surface; lorsqu'on arrive à certaine profondeur, elle est seulement salée.

L'orgue fut inventé par un certain Ctesibius, barbier à Alexandrie, environ cent ans avant l'ère chrétienne.

Les pommes de terre viennent très-bien à Quito, à 3,050 mètres au-dessus du niveau de la mer; mais la végétation des olives cesse à 380 mètres.

Du tan épuisé a remplacé parfois, avec d'excellents résultats, le charbon de bois dans la fabrication des poudres de mine.

On calcule en Amérique qu'un acre de terre (40 ares) bien cultivée doit produire une balle de coton, c'est-à-dire à peu près 200 kil.

On a trouvé que la partie du spectre où prédomine la plus grande chaleur est celle occupée par le centre du jaune.

La lumière du magnésium est assez active pour déterminer la combinaison de l'hydrogène et du chlore.

Un manuscrit rapporte qu'en 1325 un navire apporta du grain de France à Newcastle, et reprit sa route pour un port français, ayant une cargaison de charbon.

Trois points de comparaison : en 1740, la quantité de fer de fonte produite en Angleterre était de 17,350 tonnes; en 1840, de 1,248,781 tonnes; en 1863, de 4,510,040 tonnes.

Un champ ensemencé en froment avait été enseveli sous une avalanche de neige pendant vingt-cinq ans; dès que les neiges furent fondues, le grain commença à germer et accomplit tous les phénomènes ordinaires de la végétation.

L'argent peut être réduit en plaques assez minces pour qu'il en faille 100,000 pour obtenir une épaisseur d'un pouce (25 millimètres); on peut l'étirer en fils d'un treizième de pouce ($1^{mm},9538$), et ceux-ci pourront soutenir un poids de 62 kil.

De la terre prise à plus de 100 mètres de profondeur à Kingston, près de la Tamise, et recouverte d'une cloche en verre, a donné très-promptement des indices de végétation.

L'ivoire végétal peut revêtir les diverses nuances de pourpre par l'action plus ou moins longtemps prolongée de l'acide sulfurique concentré.

Un chimiste a constaté la présence de l'argent dans la mer Morte; une tonne de résidu salin renferme environ 5 décigrammes du métal précieux.

La quantité d'eau que les compagnies qui alimentent Londres vont puiser dans la Tamise, au-dessus de Kingston, est évaluée à environ 4 millions d'hectol. par jour.

La valeur de la production minérale de l'Angleterre pendant 1863 représentait environ 730 millions de francs; les minerais transformés et à l'état métallique avaient une valeur d'à peu près 910 millions.

La chaleur la plus forte observée en Angleterre depuis vingt-cinq années a été celle du 17 juin 1846 : le thermomètre a marqué ce jour-là 96° Fahrenheit à l'ombre, c'est-à-dire 35°,5 centigrades.

Un petit morceau de plomb, pesant 0,072 grammes, jeté dans l'eau d'une hauteur de 45 centimètres à un angle de 60 degrés, force de pénétrer au-dessous de la surface de cette eau un volume d'air de 192 fois son propre volume.

Les déchets de la corne dont on se sert dans les manufactures de peignes sont employés dans les fabriques de prussiate de potasse; des déchets de cette dernière fabrication est obtenue une délicieuse saveur d'ananas dont les confiseurs font un très-grand usage.

D'après les expériences de Lavoisier et de Menzies, un adulte n'emprunte pas moins de 350 à 400 kil. d'oxygène par année à l'atmosphère.

Pendant le quatorzième et le quinzième siècle, il fut importé en Angleterre une



assez grande quantité de fer et d'acier provenant de l'Allemagne et de l'Espagne : un acte vint prohiber l'importation d'articles manufacturés de ces métaux en 1488.

Le comte Rumford a observé que le coton, la soie, la laine et d'autres substances organiques, lorsqu'on les expose sous l'eau à la lumière solaire, donnent lieu, après trois ou quatre jours, à un dégagement de gaz oxygène pur.

Un immense dépôt de marbre noir, égal en qualité à celui de Belgique, supérieur à celui d'Irlande, a été découvert dans les environs de Williamsport. C'est le seul dépôt de ce genre qu'on connaisse en Amérique, et une compagnie s'est formée pour l'exploiter sur une grande échelle.

Une preuve évidente de l'existence de la caséine végétale est fournie par le fait, — indépendant de toute recherche chimique, — que les Chinois fabriquent un véritable fromage en employant des pois. Ce fromage ressemble tellement à celui fait avec du lait, qu'il est difficile de les distinguer.

Les marais de la Grande-Bretagne et de l'Irlande couvrent une superficie de plus de 2 millions d'hectares, ayant une profondeur moyenne de 6 mètres. La nature a ainsi fourni le moyen d'ajouter 20 milliards de tonnes aux autres combustibles.

Un cheval qui travaille consomme en moyenne, par année, 2,400 kil. de foin et 745 kil. d'avoine. Un porc de 54 kil. consomme, dans le même espace de temps, environ 2,300 kil. de pommes de terre.

La pisciculture a été pratiquée de temps immémorial par les Chinois. Les Romains la pratiquaient sur une grande échelle, et on a trouvé un vase en verre contenant des œufs de poisson en parfait état de conservation dans les ruines de Pompéi.

Charles Ier ordonna, en 1637, que tous les fers travaillés seraient à l'avenir frappés d'une marque par des inspecteurs spéciaux, et cela afin de prévenir la mise en vente de fers défectueux; d'un autre côté, il était défendu d'exporter du fer de l'Angleterre sans autorisation du roi, sous peine de forfaiture.

C'est en Bohême qu'on a commencé à faire des paillons de plaques d'étain, en recouvrant d'étain des plaques de fer. Un Anglais nommé Yarrington, après avoir séjourné en Bohême, introduisit cette industrie en Angleterre en 1681.

A Chicago, un édifice de 24 mètres de profondeur sur 48 de façade, ayant cinq étages et pesant environ 27,000 tonnes, a été exhaussé récemment de 61 centimètres au-dessus de ses fondations primitives. Cet exhaussement s'est effectué au moyen de 1,580 vis placées sous le bâtiment et tournées simultanément. L'opération a duré trois jours.

Anciennement, la qualification d'ingénieur étant surtout employée pour ce qui concernait les opérations militaires, soit de terre, soit de mer; ce n'est que vers 1760 qu'on commença à établir une distinction entre le génie militaire, le génie naval et le génie civil. C'est à cette époque que la dénomination d'ingénieur civil fut introduite.

Jusqu'au milieu du siècle dernier, les frais de transport par terre étaient exagérés, au point qu'on peut citer ce fait curieux qu'il n'en coûtait, par exemple, pas plus pour transporter la même quantité de marchandises par mer de Lisbonne à Londres, que de Londres à Norwich par terre. Le prix de transport de 1,000 kil. de Birmingham à Londres variait de 175 à 225 francs; pour transporter le même poids de Leeds à Londres, il en coûtait 325 francs.

On évalue que le bassin houiller de Lanark (comté de l'Écosse) contient plus de 2 milliards 200 millions de tonnes de charbon propre aux usages industriels.

On n'évalue pas à moins de 15 à 18,000 kil. le sang qui passe par le cœur et les vaisseaux capillaires du corps humain dans l'espace de vingt-quatre heures.

1 mètre cube de gaz de charbon consume de 2 mètres cubes à 2 mètres 1/2 cubes d'oxygène et produit de 1 à 2 mètres cubes d'acide carbonique.

Du temps de Jacques Ier, la construction des navires et la fonte du fer étaient les deux seules industries dans lesquelles les Anglais eussent fait des progrès sérieux.

Le professeur Thomson assigne une limite de 300,000 ans à la chaleur du soleil, en admettant que cette chaleur doive être maintenue par des masses de matière; le même professeur évalue à 98 millions d'années la période de refroidissement de la terre, depuis l'état de fusion universelle jusqu'à son état actuel.

MM. Sainte-Claire-Deville et Troost ont inventé un pyromètre qui peut mesurer la température jusqu'à 1,530 degrés centigrades. A ce degré, les deux savants ont constaté que l'argent et le cuivre se vaporisent, et le feldspath arrive à une fusion complète.

Dans la mine de cuivre de Pewabie, on emploie des tuyaux en papier pour faire pénétrer l'air d'une partie des travaux dans une autre; ces tuyaux ont un diamètre intérieur de 15 centimètres; ils sont très-solides et peuvent être rendus imperméables à l'air par une bande de grosse toile recouverte de goudron.

D'après M. Richardson, un bon cigare de Havane, lorsque sa fumée a été condensée, donne une quantité de matière empoisonnée assez forte pour faire tomber un lapin dans des convulsions graves; six pipes de tabac commun peuvent donner du poison en quantité suffisante pour tuer un lapin en trois minutes.

Le Rév. W. Dawes prétend que la teinte rouge de la planète Mars ne doit pas être attribuée à une couleur particulière à l'atmosphère de cette planète, et, à l'appui de son opinion, il fait remarquer que la teinte rougeâtre est surtout apparente dans le centre, là où l'atmosphère est le moins dense; il pense que cette teinte est plutôt due à la couleur du sol de Mars.

Le meilleur charbon est livré à bord, à Newcastle, à 11 fr. 25 la tonne; avant d'arriver au consommateur, à Londres, il a à peu près doublé de prix; avant d'atteindre la France, ce prix est triplé; il est quadruplé dans les ports de la Méditerranée; enfin, dans un grand nombre de contrées lointaines, le charbon ne peut être obtenu à moins de 75 ou même 90 fr. la tonne.

(*Traduit de l'anglais.*)

## JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

### Ingénieur français. — Travaux en Égypte. — Demande en payement de 1,589,524 fr. contre Ismaïl-Pacha.

Les ingénieurs français, dont le talent est aujourd'hui justement apprécié dans tout l'univers, se décident souvent à quitter leur pays pour entreprendre au loin des travaux considérables.

Personne assurément ne saurait les en blâmer et la France doit être fière de voir que, partout où de grands travaux s'accomplissent, ses ingénieurs sont appelés à y concourir.

Mais ceux-ci doivent prendre la précaution de se faire garantir par des traités en règle une large rémunération de leurs labeurs.

Il nous paraît utile, dans l'intérêt de nos ingénieurs, de rappeler un procès tout récemment jugé par la Cour de Paris, et qui prouve combien il est dangereux pour eux de ne pas en agir ainsi.

En 1838, M. Mougel, ingénieur des ponts et chaussées de France, fut chargé par le gouvernement égyptien de la construction d'un bassin de carénage à Alexandrie. Il conservait sa qualité d'ingénieur français avec tous ses droits à l'avancement et recevait un traitement annuel de 35,000 fr., plus 2,000 fr. de frais de logement. Ce traitement devait être élevé à 40,000 fr. si le travail était terminé en trois ans. De plus, 60,000 fr. lui seraient comptés après la construction du bassin, et une indemnité

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



de 25,000 fr. était assurée à sa famille en cas de décès. Enfin, M. Mougel devait avoir un traitement de 15,000 fr. à partir du moment où il quitterait le service auquel il était attaché.

Cette première convention fut exécutée, et Méhémet-Ali, alors vice-roi, continuant à traiter M. Mougel avec une considération toute particulière, lui confia l'exécution du barrage du Nil, entreprise beaucoup plus importante que la première et dont les plans, à la demande même de M. Mougel, furent soumis au conseil des ponts et chaussées de France.

Le vice-roi prit en mars 1846 le firman suivant :

« Toi, la gloire des princes de la nation du Messie, le soutien des grands de la chrétienté, l'un des ingénieurs du puissant pays de France; toi qui as fait preuve de mérite et de zèle dans la construction du bassin de carénage de notre arsenal d'Alexandrie la bien gardée, toi qui présentement commences la construction et l'édification de deux gigantesques barrages sur le Nil et viens d'être promu au grade élevé de mirilioua (maréchal de camp), Mougel-Bey, puisse ton rang s'élever encore!

« Nous te faisons savoir que l'effet de la rectitude et de la justice naturelles de ton esprit, jointes à cette éducation, qui est une véritable noblesse; « l'activité que tu « as toujours déployée dans l'exercice de tes fonctions, et l'intelligence que tu as « montrée sans cesse dans tout ce qu'on devait attendre de ton zèle et de tes talents « ont mérité notre vive satisfaction, » et consolidé l'édifice de ta renommée et de ta réputation.

« Sache, en outre, que je viens de t'accorder le grade élevé de mirilioua (général) et de te donner la décoration attachée à ce grade, afin de faire briller ses rayons sur la poitrine de ton mérite.

« J'espère que tu sauras apprécier la valeur insigne de cette marque de notre bienveillance, et qu'à l'avenir aussi, conformément aux devoirs de ta mission, tu montreras les soins les plus vigilants et les efforts les plus énergiques pour construire et édifier les ponts du barrage, d'après les bases solides et certaines de la science du génie, d'une façon enfin qui sera digne d'éloges et d'approbation, et qui te donnera de nouveaux titres à notre bienveillance. »

M. Mougel, devenu Mougel-Bey, s'installa dans le désert avec sa famille et commença les travaux.

Mais Méhémet-Ali mourut peu de temps après, des difficultés survinrent et Mougel-Bey se vit dans la nécessité de se retirer.

Après plusieurs démarches amiables restées sans résultat, il forma devant le tribunal civil de la Seine, contre Ismaïl-Pacha actuellement vice-roi d'Égypte, une demande en paiement de 1,589,524 fr.

Le vice-roi, tout en acceptant la compétence des tribunaux français, soutint que la demande de Mougel-Bey devait être repoussée. En effet, d'après le défendeur, il n'y a pas eu pour cette seconde opération de traité comme pour la première. Si Mougel-Bey est resté ingénieur français, il a consenti à devenir fonctionnaire au service du gouvernement égyptien; c'est en cette dernière qualité qu'il a pris part aux travaux du barrage du Nil. Si, en dehors de la condition ordinaire de tous les fonctionnaires égyptiens, des promesses ont été faites à Mougel-Bey, ces promesses sont restées dans le libre arbitre de ceux qui ont pu les faire et ne sauraient être considérées que comme un acte de souveraineté, auquel le prince ne doit pas être contraint s'il ne juge pas à propos d'y donner suite.

Ces moyens ont été successivement accueillis par un jugement du tribunal civil de la Seine, en date du 27 janvier 1864, et par un arrêt confirmatif de la Cour de Paris du 1er décembre 1865 (*Gazette des Tribunaux* du 6 décembre).

On voit, par cette décision, combien il est important pour nos ingénieurs de prendre leurs précautions lorsqu'ils entreprennent des travaux en pays étrangers.



Un traité en bonne et due forme vaut mieux que les plus pompeuses promesses d'un prince qui peut les retirer suivant son bon plaisir. Pour un ingénieur qui a la prétention légitime de vivre de sa profession, il est moins utile d'être appelé « la gloire des princes de la nation du Messie » que d'avoir un contrat bien cimenté et offrant toute garantie d'exécution.

VICTOR ÉMION,
Avocat à la Cour impériale.

*P. S.* Un de nos abonnés, M. l'ingénieur Lefebvre, nous envoie une note rectificative des chiffres qui ont servi de base au travail comparatif de M. Rueff, sur divers appareils employés dans le montage des matériaux, travail publié dans le numéro de décembre des *Annales du Génie civil.*

La note de M. Lefebvre nous parvient trop tard pour que nous puissions l'insérer dans la présente livraison, qui, d'ailleurs, comporte déjà un supplément de seize pages. — Nous la publierons dans notre prochaine livraison (février).

---

## PRIX COURANT A PARIS

### des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

| MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | » | |
| — des États-Unis | » | |
| — du Chili, brut | 240 | » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 255 | » |
| Étain Banca | 250 | » |
| — des détroits | 242 | 50 |
| — anglais | 257 | 50 |
| Plomb brut de France | 52 | 50 |
| — d'Espagne | 52 | 50 |
| — d'Angleterre | 50 | 50 |
| Zinc brut de Silésie | 62 | » |
| — Autres provenances | 55 | 50 |
| **MARSEILLE** (entrepôt). | | |
| Aciers de Suède, nº 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, nº 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |
| **SAINT-DIZIER.** | | |
| Fontes au bois | 113 | » |
| Fers au bois | 225 | » |
| Fers métis | 215 | » |
| Fers au coke | 210 | » |
| **PEINTURE.** | | |
| Colza brut (tous fûts) | 133 | 50 |
| — en tonne | » | |
| — épuré | 133 | » |
| Lin brut (tous fûts) | 103 | » |
| Œillette commune (hectolitre) | 107 | » |

| PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 44 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 46 | » |
| — — 36 | 38 | 50 |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 9 | » |
| Sel de soude | 36 | « |
| Sel d'étain | 205 | » |
| **BOIS.** | | |
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41) | 110 | » |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norwége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0034) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourges | 0 | 30 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |
| **MAÇONNERIE.** (Paris, octroi, transport compris). | | |
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | » | |
| — grasse | » | |
| Ciment de Portland | 9 | 50 |
| Ciment façon de Portland | » | |
| Briques creuses (le mille) | 57 | » |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant* : EUGÈNE LACROIX

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

DES

# MACHINES A ÉGRENER LE COTON,

PAR M. le comte A. D'ADHÉMAR.

Il nous est passé dans les mains divers modèles de machines à égrener le coton. Nous allons décrire celles de ces machines qui nous ont donné les meilleurs résultats. La question du coton étant encore à l'ordre du jour, on ne lira peut-être pas sans intérêt un rapport indépendant sur un sujet où chaque inventeur sollicite de chacun la préférence pour sa propre invention.

On ne saurait croire à quel point le charlatanisme industriel est poussé en Amérique. Sorti de ces bords lointains, il menace de soumettre à ses exigences la sérieuse Angleterre et d'envahir le vieux continent européen. Lisez les prospectus qui accompagnent, par exemple, les illustrations mécaniques d'une usine à fer, il est rare que dans la légende unie à ces illustrations, puisque illustrations il y a, on n'enfle pas outre mesure l'effet utile de l'instrument offert à votre convoitise. On dirait vraiment que le mouvement perpétuel est trouvé et que les descendants de Tubalcain ont franchi, dans leur activité dévorante, les limites posées par le Créateur à la mécanique usuelle. Bien plus, on trouve des sociétés savantes pleines de complaisance, qui délivrent des certificats d'excellence et des passe-ports pompeux à des choses médiocres et des médailles rémunératrices à des inventions douteuses, à tel point qu'on se surprend quelquefois à douter de la science pratique de ces directrices du génie humain. Nous laissons à penser l'embarras où l'on plonge, en présence de tous ces chefs-d'œuvre prônés et brevetés, le pauvre travailleur cherchant, pour s'aider dans ses entreprises, le meilleur outil possible.

Ainsi, pour revenir à notre sujet, le planteur de coton se trouve sollicité et tiraillé par vingt inventeurs de machines à égrener.

Toutes ces machines, plus ou moins ingénieuses, ne réalisent pas toujours les mérites du prospectus. Leur point de départ a été deux simples baguettes de bois, légèrement cannelées dans leur sens longitudinal et maintenues presque au contact l'une de l'autre au moyen de deux cadres à coins serrant leurs extrémités. En faisant tourner vivement ces baguettes en sens inverse, l'Indien, inventeur de cet instrument, pouvait égrener son coton. Le coton saisi par ce rustique laminoir, au moment où on le lui présentait, était entraîné par le mouvement de rotation des baguettes; mais la graine arrêtée au passage était arrachée aux fibres cotonneuses et finissait par tomber à terre.

Le roller-gin (moulin à rouleau) est sorti directement de ce système primitif.

Au lieu de baguettes de bois, les Anglais, qui cultivent surtout le haut fourneau, ont employé le fer.

Il existe dans ce genre une petite machine à égrener le coton, qui se compose d'abord d'un arbre de couche de 0,037 de diamètre; c'est la première baguette du moulin indien, laquelle reçoit ici le mouvement du moteur et supporte en outre un volant. Les inventeurs n'ont pas eu de grands efforts d'imagination à faire après le modèle que leur léguait l'industrie du sauvage.

La seconde baguette, en passant du bois au fer, a conservé à peu près les mêmes dimensions primitives; elle a $0^{m},016$ de diamètre environ. Elle est légèrement sillonnée de cannelures en spirale.

Pour assurer d'une manière constante le mouvement simultané de rotation inverse aux deux baguettes et éviter leur glissement l'une sur l'autre en présence d'une résistance irrégulière de la part du coton, on a ajouté à chacune d'elles des engrenages de rayons proportionnels à leur section circulaire. En effet, le laminage par glissement détruirait sensiblement les fibres du coton.

Malgré cette précaution, le coton qui passe à cette machine est quelque peu ondulé et même tailladé.

Bien plus, elle ne supporte pas de grandes dimensions et ne réussit bien que sur une échelle convenable pour la force d'un adulte. La longueur agissante de ces baguettes n'est que de 17 à 18 centimètres linéaires.

Dans ce type, elle produit au plus 12 kilogrammes de coton égrené par jour.

Mais, en réunissant plusieurs de ces machines sur le même arbre de couche, on peut arriver, avec un moteur convenable, à un égrenage proportionnel à leur nombre.

Voici la coupe de ce roller-gin, marchant à pédales ou à manivelle. Avec la manivelle, il fonctionne plus franchement.

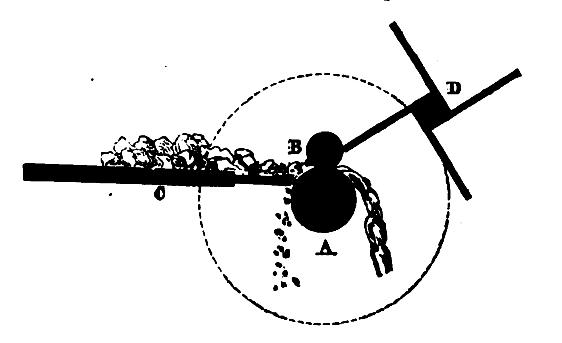




Fig. 9.

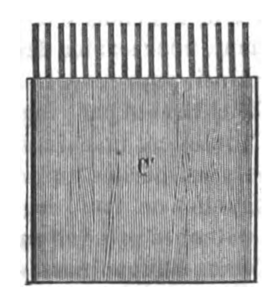


Fig. 10. Échelle au 1/4.

A, arbre de couche, portant un volant qui n'est pas représenté dans la figure. C'est cet arbre qui reçoit le mouvement du moteur.

B, deuxième baguette en fer cannelée, engrenant avec l'arbre de couche.

C et C′ (fig. 10), table et trémie sur lesquelles on place le coton en

pierre. Le coton est saisi par les deux baguettes ou cylindres A et B. La graine reste en avant des cylindres et tombe dans un récipient en passant à travers les jours de la trémie. La soie du coton est entraînée de l'autre côté.

D, petit ventilateur qui a pour but d'éventer le coton et de le repousser loin des cylindres, afin de l'empêcher de retourner en arrière.

Ce ventilateur reçoit son mouvement d'une poulie embrochée sur l'arbre de couche A, et qui agit par voie de friction sur un petit galet attenant à l'extrémité de l'axe D.

Le roller-gin que nous venons de décrire est surtout convenable pour le système de la division du travail, lorsqu'il s'agit de faire effectuer l'égrenage en famille par les bras multiples d'un village ou d'une colonie.

M. Durand a ajouté de nouveaux cylindres au précédent instrument et a créé une machine qui lui est propre, dont on a fait beaucoup de bruit. Mais si le proverbe que le mieux est l'ennemi du bien ne fait pas défaut à la vérité, on aurait à craindre que la multiplicité des organes et des rouages qui constituent ce récent roller-gin ne fût plutôt un inconvénient qu'un perfectionnement utile.

Voici d'ailleurs la coupe de la machine à égrener de M. Durand (dernier modèle) et sa légende :

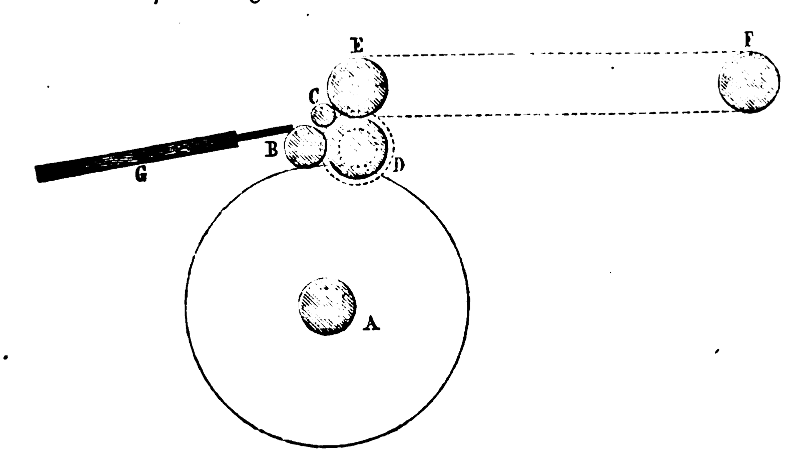



Fig. 11. Échelle au 1/4.

A, arbre de couche, auquel on imprime le mouvement au moyen d'une manivelle. Cet arbre porte une roue d'engrenage ayant $0^{m},15$ de diamètre et engrenant avec les deux cylindres B et D.

B, rouleau de $0^{m},02$ de diamètre, revêtu d'une enveloppe en parchemin et qui reçoit son mouvement de rotation de l'engrenage A, au moyen d'un pignon disposé sur son extrémité de devant au diamètre de $0^{m},02$.

C, autre petit rouleau de $0^{m},01$ de diamètre, ou baguette d'acier cannelée par des sections ellipsoïdales.

Cette baguette, munie d'un pignon à son extrémité de derrière, prend

son mouvement du cylindre qui suit D, porteur à cet effet d'un engrenage correspondant.

Jusqu'à présent, ce n'est que le roller-gin pur et simple.

Le coton, reçu par les deux rouleaux précédents de la table en trémie G sur laquelle on le pousse, est rejeté égrené de l'autre côté de ces deux rouleaux.

La table est légèrement inclinée à contre-sens de l'ordinaire, pour empêcher sans doute l'engorgement du moulin (?)

D, cylindre de $0^m,03$ de diamètre, portant trois pignons ou engrenages (!), un sur le derrière de $0^m,04$ de diamètre, deux sur le devant de dimensions diverses, le plus extérieur de $0^m,03$ de diamètre, et le plus intérieur de $0^m,002$.

C'est celui-ci qui engrène avec la roue du moteur A, et détermine, par conséquent, le mouvement de ce cylindre D.

Ce cylindre D, à son tour, fait mouvoir par son engrenage de derrière la baguette cannelée C, comme nous l'avons déjà dit, et, de plus, le cylindre suivant E, par son engrenage extérieur de devant.

E, cylindre de $0^m,03$ de diamètre, portant sur le devant un pignon de même diamètre primitif engrenant avec l'engrenage extérieur du précédent cylindre.

Ces deux cylindres E et D peuvent être considérés comme les cylindres entraîneurs du coton. Ils saisissent, en effet, ce dernier au sortir des rouleaux B et C, dont ils facilitent le dégorgement.

Bien plus, le cylindre E est la tête d'un cuir sans fin qui s'enroule sur sa demi-circonférence d'un côté, et de l'autre sur un cylindre en bois plus éloigné F, tournant en poulie folle.

Ce cuir sans fin lisse le coton et aide encore à son entraînement.

Les cylindres ont environ $0^m,22$ de longueur.

Le produit d'un de ces moulins, mu à bras d'homme, ne dépasse pas, pour chaque dix heures de travail, 12 à 15 kilogrammes de coton égrené, plus ou moins entamé par les compressions auxquelles il a été soumis.

Mais les pignons d'acier, dont quelques pièces sont armées, mangent rapidement les rouages de fonte correspondants, trop fins et trop délicats pour durer longtemps, et bientôt la machine cesse de fonctionner.

L'Anglais Macharty, s'apercevant que les cylindres de fer étaient quelque peu durs pour la fibre cotonneuse qui s'altérait sensiblement sous ce laminage martial, eut l'heureuse idée du cylindre ou rouleau de cuir.

Le cuir non lissé happe assez énergiquement le coton pour l'entraîner avec lui.

Alors, pour s'opposer au passage de la graine avec le coton, on lui présenta le tranchant adouci d'une lame de couteau en contact avec le cuir du rouleau.

Mais la graine est fortement liée à sa houppe cotonneuse, surtout dans les espèces fines ou à graines vertes. Elle retardait donc, en se collant sur le couteau, l'entraînement du coton par le cylindre de cuir, et ne se détachait que sous de petits coups qu'on lui imprimait à la main.

On fut naturellement conduit à ajouter une autre lame, mais mobile, et

qui oscillait tangentiellement à la lame fixe pour battre les graines au lieu de la main et leur faire lâcher prise.

Cependant l'effet de cette seule lame mobile ne parut pas suffisamment efficace, et l'on n'arriva à la solution complète du problème qu'au moyen d'une seconde lame, montant et descendant quand la première descend et monte; de manière que la graine sollicitée sans cesse par cette suite de coups redoublés, qui pleuvent sur son point d'attache à la houppe cotonneuse, au moment où elle arrive au défilé du couteau fixe et du rouleau entraîneur, est bien obligée d'abandonner le coton à l'action du rouleau. Le coton délivré de sa graine continue sa marche. Il suffit ensuite du simple obstacle d'une baguette de bois convenablement placée pour le faire tomber dans le récipient destiné à le recueillir.

Le système de moulin Macharty que nous venons de décrire est celui que les frères Platt, de Manchester, ont interprété ou perfectionné.

Pour compléter notre description nous ajouterons un croquis de cette machine, dans les dimensions de la force de l'homme.

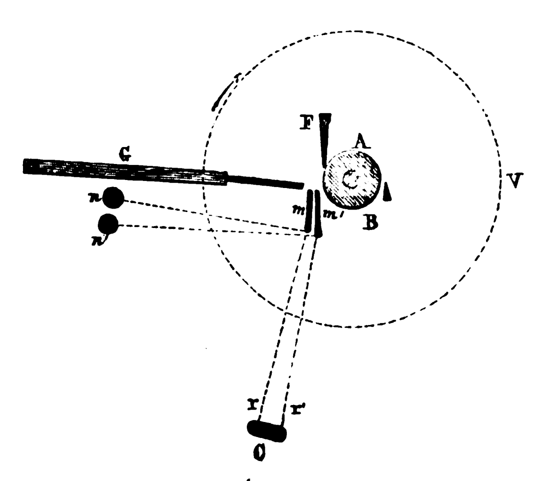



Fig. 12. Échelle au 1/16.

A, rouleau de bois, de $0^m,125$ de diamètre et de $0^m,34$ de longueur utile, garni d'une enveloppe de cuir épais et rugueux. Ce cuir est en outre sillonné de rainures en spirales croisées.

Le rouleau A porte sur son axe la manivelle motrice et un volant V de $0^m,68$ de diamètre, faisant aussi fonction de poulie.

Une courroie enroulée sur sa gorge et sur la petite poulie C, sert à transmettre le mouvement à cette dernière.

C, petite poulie dont nous venons de parler, de $0^m,11$ de diamètre, qui donne le mouvement à l'axe coudé en excentriques; ces excentriques tiennent les supports des couteaux mobiles *m* et *m'*. En tournant avec leur axe elles impriment à ces couteaux un mouvement de haut en bas alternatif.

*n n'*, centres ou axes autour desquels a lieu l'oscillation des couteaux mobiles *m* et *m'*.

G, table en trémie sur laquelle on place le coton en pierre; celui-ci est saisi par le rouleau A au défaut des couteaux et l'entraîne malgré la tangence du couteau fixe F.

F, couteau fixe en acier flexible doucement affilé, tangent au rouleau. Ce couteau n'arrête pas le coton happé par le cuir, mais il fait obstacle aux graines, qui, battues pendant ce temps d'arrêt par les couteaux mobiles, se détachent de la fibre textile et tombent à terre à travers les jours de la trémie G.

B, traverse en bois qui arrête le coton égrené dans son mouvement de rotation avec le rouleau, le détache de celui-ci pour le rejeter hors de la machine.

Il existe une infinité d'autres rollers-gins à rouleau de cuir, mais ce sont des modifications plus ou moins réussies du moulin des frères Platt.

Celui-ci est le meilleur instrument de ce genre que nous ayons encore rencontré pour l'égrenage surtout des cotons longue soie.

Son énergie utile dépend beaucoup de sa vitesse.

Ainsi une petite machine pour force d'homme comme celle que nous avons décrite, produisant à la main, en dix heures de temps, moyennant 50 tours du rouleau par minute et 300 tours de l'axe des couteaux mobiles, 25 kilogrammes de coton parfaitement égrené et laminé, a donné plus de 70 kilogrammes dans le même espace de temps, aussitôt qu'on a pu lui imprimer une vitesse plus considérable et plus régulière sur l'arbre de couche d'une roue hydraulique.

On construit de la même machine un modèle plus grand que le précédent et dont le rouleau et les lames ont plus d'un mètre de longueur. Ce modèle est censé produire 150 kilogrammes de coton égrené à la journée. Mais nous sommes persuadé qu'on retirerait de lui un produit plus considérable avec une vitesse supérieure à celle qu'on lui imprime ordinairement; condition facile à réaliser, car il n'y a ici aucun engrenage délicat à ménager. Le rouleau supporterait très-bien la rotation de 120 tours à la minute et l'axe des couteaux mobiles 480 tours. (Dans ce type, le rayon de la poulie d'axe des couteaux est environ le 1/4 de la poulie du rouleau.)

D'ailleurs une vitesse s'élevant jusqu'à 700 tours à la minute est obligatoire pour l'axe du couteau dans les machines de même système à une seule lame mobile. Dans ce système le rouleau ne fait plus simultanément que 70 tours. Nous présentons cette observation parce que nous n'ignorons pas que l'on a essayé tout dernièrement de revenir à une seule lame de percussion ; mais le succès dans ce cas n'est possible qu'à la condition d'une vitesse excessive de cette lame.

Le roller-gin, comme nous l'avons déjà dit, est convenable surtout pour l'égrenage des cotons longue soie, variétés dont il est précieux de conserver toute la valeur de la fibre textile. Certes, c'est l'engin qu'il est préférable d'adopter dans ce cas; mais quand il s'agit de coton courte soie, le roller-gin trouve un rude concurrent dans le moulin à scie.

Le saw-gin (moulin à scie) et le roller-gin Platt, voilà les deux instru-

ments qui, selon nous, surnagent dans l'immense tohu-bohu des machines à égrener le coton. *Rari nantes in gurgite vasto.*

Le saw-gin est d'origine américaine et d'assez vieille date (1792). Il est dû, si nous sommes bien informé, à Éli Whitney, du Massachusetts. Il a subi peu de modifications depuis son inventeur. Il se compose de scies circulaires de 0m,20 de rayon, à dents recourbées comme des crochets. Ces scies, au nombre de douze, pour un moulin à bras, sont toutes enfilées sur un même axe à 0m,035 de distance l'une de l'autre. On imprime un mouvement très-vif à cette brochée de scies, qui vont chacune, dans leur évolution, accrocher le coton à travers les intervalles d'un râtelier construit à cet effet, et dont les barreaux conservent entre eux l'espace suffisant pour laisser passer la lame mince de chaque scie et la soie du coton que les dents entraînent, mais trop peu distants pour ne pas arrêter au passage la graine de ce textile.

Seulement celle-ci n'est pas détachée, comme dans le moulin à couteaux, sur son point même d'attache à la houppe cotonneuse; mais elle en est séparée violemment par le tranchant rapide de la dent des scies. Il en résulte un déchet considérable que nous apprécierons tantôt. Beaucoup de coton reste fixé à la graine et celui qui passe éprouve un hachement qui diminue encore davantage la longueur de la soie et sa valeur vénale.

Mais la machine est séduisante par sa simplicité et son énergie utile. Elle égrène au moins deux fois autant de coton que les machines à rouleau. Un homme peut donner aisément, avec le saw-gin, 50 kilogrammes de coton égrené par jour. Ce textile sort des flancs de la machine floconneux et blanc, nettoyé, mais quelque peu pulvérisé. Dans cet état il a l'inconvénient de refuser la pression, tandis que le coton passé au rouleau se laisse parfaitement presser à l'emballage.

Voici un des modèles les plus simples du saw-gin à manivelle.

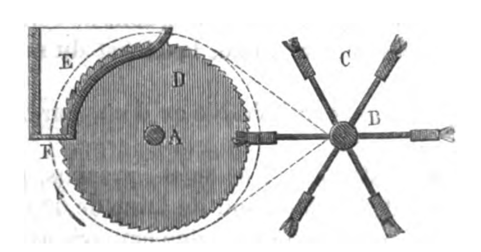



Fig. 13. Échelle au 1/16.

A, axe sur lequel sont embrochées 12 scies circulaires de 0m,20 de rayon, à la distance de 0m,035 l'une de l'autre.

Ce même axe porte la manivelle et un petit volant servant de poulie à une corde croisée, qui s'enroule ensuite autour de la petite poulie B et lui transmet le mouvement de rotation du moteur.

B, petite poulie de 0m,04 de rayon en tête de l'axe d'un ventilateur à brosse C.

C, ce ventilateur à brosse chasse et époussète le coton après que les scies l'ont enlevé.

D, scies passant à travers les jours du râtelier E.

E, récipient à trémie ou râtelier où l'on place le coton soumis à l'égrenage.

Les barreaux de la trémie suivent avec un rayon moindre la courbure des scies, de manière que celles-ci débordent annulairement dans le récipient. Elles saisissent le coton avec leurs dents et opèrent, par voie de section, sa séparation de la graine. La graine tombe par le fond à claire-voie F du râtelier. Le coton est enlevé en sens inverse par les scies et repoussé ensuite hors de la machine par le ventilateur à brosse.

Si, au sortir d'un moulin quelconque, saw-gin ou roller-gin, on pèse graines et coton, on trouve généralement une diminution de 2 p. 100 sur la masse totale du coton en pierre présentée à l'engrenage.

D'où provient cette diminution? Il est difficile d'en placer la cause autre part que dans le nettoyage et l'évaporation que doivent subir coton et graines dans le travail de l'égrenage.

Quant au déchet qu'éprouve en particulier le coton, il est peu sensible dans le moulin Platt, même dans les espèces les plus difficiles, les graines vertes. On peut l'évaluer à 1/2 p. 100 au plus du poids du coton égrené. La fibre conserve toute sa longueur.

Mais le déchet du moulin à scie est autrement considérable, il s'élève à près de 15 p. 100 du coton dépouillé de sa graine.

Ainsi 100 kilogrammes de mélange, mais où dominaient les qualités vertes, nous ont donné, avec le roller-gin, 28 kilog. de coton égrené, ce qui, avec le 1/2 p. 100 de perte ou $0^k,14$ environ, représente $29^k,40$ de fibre textile primitive.

Tandis que 100 kilogrammes du même mélange, passés au moulin à scie, ont produit seulement 25 kilog. de coton égrené, et un déchet de $4^k,40$ sur les $29^k,40$ de coton réel ou près de 15 p. 100.

Cependant, quand les espèces travaillées sont de celles qui, comme la graine noire, adhèrent peu à la graine, le déchet du saw-gin se réduit à 8 ou 6 p. 100.

Mais le mal est bien plus considérable qu'il n'apparaît tout d'abord au sortir du coton du saw-gin.

Pour faciliter nos explications à ce sujet, prenons, par exemple, une houppe de coton ayant une longueur de laine de $0^m,025$ (longue soie). Avec le déchet du 15 p. 100 que la graine emporte avec elle, cette longueur devrait être réduite théoriquement à $0^m,021$. S'il en était ainsi, le dégât serait loin d'être désastreux. Mais les choses se passent différemment en pratique. La section du coton par la scie a lieu à des distances inégales du point d'attache à la graine; et souvent la soie du coton est entamée jusqu'à moitié de sa longueur. Bien plus, dans l'espace assez prolongé où les dents de la scie agissent sur la trémie, la soie déjà égrenée, éprouve elle-même de nouvelles sections qui la subdivisent en longueurs capricieuses. C'est à cette pulvérisation du coton, si nous pouvons nous exprimer ainsi, que le produit, à sa sortie du saw-gin, doit sa blan-

cheur exceptionnelle. On sait que le sucre blond et le sel obscur blanchissent également par le broyage du pilon.

Le déchet dû à cette cause reste latent pour le producteur, il est dissimulé dans la masse de coton destiné à la vente. Mais il ressort pour l'acheteur, le filateur, tout aussitôt que ce dernier soumet au welow et au batteur-éplucheur ce genre de produit devenu d'ailleurs trop court pour composer des fils d'une ténacité suffisante.

Il n'est donc pas étonnant de voir le coton égrené au saw-gin éprouver sur les marchés de vente une baisse de prix assez considérable, à tel point que la même qualité provenant du roller-gin, vendue à 5 fr. le kilogramme ne reçoit plus que 3 fr. 60 cent. travaillée au moulin à scie.

Pour obvier aux inconvénients que nous venons de décrire, ou pour les atténuer, quelques constructeurs ont interrompu par des intervalles lisses les dents continues des scies du saw-gin. Mais nous doutons que le remède soit bien efficace.

Nous étions porté à conseiller dans toute culture de coton l'emploi simultané du roller-gin et du saw-gin ; le premier pour les espèces longue soie, le second pour les cotons courte soie. Après les résultats que l'on vient de lire, nous n'avons plus le cœur de le faire. Il appartient seulement à chacun d'apprécier, selon les circonstances spéciales où il se trouve placé, si les avantages de la rapidité évidente de l'égrenage par le moulin à scie ne seraient pas, dans certains cas, supérieurs aux pertes matérielles que cet instrument occasionne.

Quant à nous, nous ne pensons pas qu'il en puisse être jamais ainsi. La lenteur du moulin à couteaux sera toujours plus lucrative que la vélocité du saw-gin.

Nous osons espérer que cet aperçu sur les machines à égrener le coton sera pour le planteur comme un fil d'Ariane. Trop occupé de ses travaux de culture, le colon n'a pas le loisir de faire un choix rationnel parmi les nombreux engins créés à son intention. Guidé par nos indications, il s'épargnera des essais aléatoires, qui entraînent avec eux des pertes de temps, des dépenses regrettables et de dures déceptions.

Pointe-à-Pitre (Guadeloupe).

C[te] A. d'Adhémar.

---



# COMPARAISON DES PONTS

## COMPOSÉS

## D'ARCS EN FONTE OU DE POUTRES EN TOLE.

---

Soient $ab$ la courbe des pressions d'un arc en fonte, $b$ le sommet, $l$ la corde et $h$ la flèche de cette courbe, l'appareil étant chargé d'un poids $p$ par mètre courant de sa projection horizontale la poussée F égalera $\frac{1}{8}\frac{pl^2}{h}$.

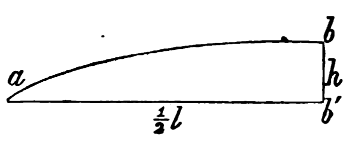



Fig. 14.

Pour une poutre de même portée dont les centres de pression et de tension sont en $b$ et $b'$ et qui est chargée de la même façon, le moment au milieu égale $\frac{1}{8}pl^2$ et en divisant ce moment par son bras de levier $h$ on obtient précisément des efforts de pression et de tension égaux à la poussée.

En admettant une égale résistance par unité de section des deux matières, il résulterait de ces premières considérations qu'il faut deux fois plus de fer que de fonte pour se trouver dans les mêmes conditions de résistance.

Nous admettons, bien entendu, que les arcs doivent toujours être construits en fonte; les tentatives d'arcs en fer, faites dans ces derniers temps, ne nous paraissent pas rationnelles. Dans les appareils bien étudiés de cette nature, la matière travaille toujours par compression; or, comme dans la fonte cette résistance est supérieure à celle du fer, elle doit évidemment être préférée : cette préférence est d'autant plus naturelle qu'il s'agit d'un métal de moindre valeur dont les formes moulées permettent de transmettre les compressions d'un voussoir à l'autre dans d'excellentes conditions.

Si le point $b$ occupe le centre de gravité de la section de l'arc, tous les éléments superficiels de cette section étant à peu près également chargés, en désignant par F et $f$ la poussée et la résistance utilisée par millimètre carré, $\frac{F}{f}$ exprimera en millimètres l'étendue de la section.

Dans les poutres prismatiques, l'uniformité de tension et compression est impossible; ces efforts augmentent graduellement depuis l'axe neutre,

où ils sont nuls, jusqu'aux endroits les plus éloignés de cet axe. Si donc il s'agissait dans les deux cas de sections rectangulaires, il faudrait de ce chef deux fois plus de fer que de fonte. Ainsi l'arc de ce dernier métal moins cher que le premier donnerait, avec quatre fois moins de matière, une résistance égale à celle de la poutre.

Mais les choses ne se passent pas de cette façon. D'abord le centre de pression de l'arc se déplace, et en admettant qu'il puisse se trouver à une distance, soit de l'intrados, soit de l'extrados égale au tiers de la hauteur de la section (limites qu'on s'impose ordinairement en étudiant un projet), on a pour ces limites des pressions nulle à l'extrados et double de la pression moyenne à l'intrados, ou réciproquement. On doit donc compter sur une résistance moitié de celle supposée, si l'on ne veut pas dépasser la limite $f$ sur les parties les plus comprimées.

Resterait encore un rapport de 2 à 1 à l'avantage de la fonte; mais cet avantage est encore atténué comme il suit.

Qu'il s'agisse de la fonte ou du fer, la forme rectangulaire de la section est évidemment vicieuse; les sections en double I qui développent artificiellement les deux dimensions transversales doivent leur être préférées. L'augmentation de hauteur du voussoir agrandit le champ de déplacement de la courbe des pressions; il est toutefois assez difficile de restreindre les limites indiquées, et on ne doit pas compter sur une utilisation de résistance supérieure à la moitié du maximum qu'on se donne *à priori*.

Dans les poutres, les centres de pression et de tension dépendent seulement de la forme des sections et sont invariables, quel que soit le changement. En massant donc autour de ces centres le plus de métal possible et laissant les parties voisines de l'axe neutre à peu près dépourvues de matière, on arrive à donner au fer un travail se rapprochant beaucoup de l'uniformité.

Ainsi, contrairement à ce qu'un premier aspect de la question semble indiquer, on voit que la double résistance de tension et de pression développée dans les poutres est à peu près compensée par l'uniformité des efforts sur la matière qu'il est possible d'obtenir.

Autre considération à l'avantage du fer : dans les arcs, la constance de la force appelée poussée nécessite des sections de même importance depuis le sommet jusqu'aux naissances. En se rapprochant de ces dernières, on doit même augmenter ces sections; en effet, les composantes verticales qui, combinées avec la poussée, donnent les pressions effectives sur celles-ci, vont en augmentant lorsqu'on se rapproche des naissances : il doit donc en être de même des sections.

Les poutres droites au contraire (nous parlons, bien entendu, toujours des appareils simplement posés) reçoivent des efforts de pression et de tension qui diminuent depuis le milieu jusqu'aux appuis, où ils sont nuls. S'il était donc possible de faire subir à la matière des atténuations proportionnelles, on trouverait encore là une cause de réduction considérable.

Il ne faut pas se dissimuler toutefois qu'on ne peut évider la partie



centrale des poutres; les barres de treillis, dont les sections se calculent par la considération de ce qu'on appelle l'effort tranchant, ont une importance qui annule l'avantage précédent et est même susceptible de donner un certain surcroît de matière; mais cet excédant est largement compensé par la quantité de métal nécessaire aux supports et tympans destinés à racheter la différence de niveau entre l'arc et la voie.

Ainsi, s'il s'agissait de porter les mêmes charges, il faudrait à peu près une égale quantité de fonte et de fer, et par conséquent les arcs seraient plus économiques que les poutres, en admettant toujours le même maximum d'effort par unité de section. Mais, pour que la courbe des pressions ne sorte pas des limites assignées sous l'influence du déplacement des charges accidentelles, il faut donner aux appareils en arc un poids permanent en rapport avec ces charges accidentelles. Pour les ponts de chemin de fer de 50 à 35 mètres, on se rapproche de la vérité en répartissant la charge totale comme il suit : structure métallique 1, poids mort ajouté 2, charge accidentelle 1,50.

Dans les poutres la surcharge est inutile; par conséquent, même en comptant au même poids la structure métallique et pour une même charge accidentelle, on trouve que les efforts exercés sur la section du milieu de l'arc et de la poutre sont $\frac{4,50\ pl^2}{8}$ et $\frac{2,50\ pl^2}{8}$. L'écart est donc très-important et peut compenser la différence de prix des deux matières.

A la vérité, le poids mort donne aux appareils une stabilité très-favorable à l'usage et à leur durée. Mais ici encore on ne doit pas oublier que l'élasticité de la fonte est environ deux fois celle du fer; par conséquent les flexions verticales, sous le même poids accidentel produisant les mêmes efforts de compression sur la matière, doivent aussi doubler. Probablement il n'en est pas ainsi dans le sens horizontal (flambage); les mouvements de cette espèce sont sans doute en raison inverse de l'importance des matières à déplacer: ils doivent donc être plus faibles pour les arcs.

Nous devons mentionner aussi, à l'avantage de la fonte, que la résistance à la compression, seule mise en jeu, donne une sécurité contre les chances futures de destruction, qu'on ne trouvera jamais dans les poutres dont la moitié de la matière résiste à la tension. A cette occasion, nous ferons observer encore que le coefficient de résistance de la fonte à la compression est environ égal à deux fois et demi celui du fer à la tension; à un travail de 6 kilog. du fer devait donc correspondre une compression de 15 kilog. de la fonte, si l'on ne tient pas compte de la flexibilité des appareils. On peut dans tous les cas arriver sans crainte, comme on le fait, à un effort maximum de 10 kilog.

Les conditions industrielles de l'établissement des chemins de fer laissent très-peu de marge aux augmentations de dépense basées sur un accroissement probable de durée dans un avenir éloigné. Les ponts en tôle se comportent bien, et rien ne fait présager une limite rapprochée de leur durée.

Si donc l'état des lieux permet d'employer indifféremment les arcs et les poutres, on doit donner la préférence au projet qui coûte le moins, pourvu que l'un et l'autre se trouvent dans les conditions de travail maximum ci-dessus indiqué, savoir : 6 kil. pour le fer et 10 kil pour la fonte.

Nous entendons par l'état des lieux non-seulement la hauteur disponible sous l'appareil, mais aussi la solidité du sol sur lequel on édifie. Les poutres peuvent s'établir sans inconvénient sur des supports susceptibles d'un certain tassement ; pour les arcs il faut plus d'invariabilité ; car, si les culées tassent, le mouvement s'opère non dans le sens vertical, mais dans celui de la résultante du poids de ces culées et de la poussée. Si ce tassement a une certaine importance, il peut donc occasionner la chute de l'ouvrage.

Dans les prix dont il s'agit plus haut, on doit naturellement faire intervenir les suppléments de maçonnerie des piles et des culées que nécessite l'emploi des arcs.

V. FABRÉ.

---

# RÈGLES SIMPLES
## POUR LE CALCUL PRATIQUE
## DU TRAVAIL UTILE DE LA VAPEUR,

Par M. W. J. MACQUORN RANKINE.

---

1. Par travail utile de la vapeur dans une machine, il faut entendre le rapport entre le travail effectué par la vapeur dans le cylindre et le travail équivalent à la chaleur de la vapeur, abstraction faite du mécanisme, du foyer, de la chaudière. Ce rapport exprime aussi, comme l'on sait, la quantité de chaleur qui disparaît en produisant du travail mécanique, le reste de la chaleur passant au condenseur.

2. Dans une machine calorique parfaite qui travaille entre deux limites données de température, le travail utile ne dépend que de ces limites et est le même pour la vapeur, l'air ou toute autre substance. On l'obtient en divisant l'intervalle des températures par la température absolue répondant à la plus haute limite. Toutes les machines à vapeur actuelles s'écartent plus ou moins des meilleures conditions théoriques, et lorsqu'on veut calculer le travail utile de la vapeur dans une machine donnée, il faut d'abord déterminer deux quantités : le travail d'une certaine quantité de vapeur et la chaleur prise par cette vapeur.

3. Quand on exprime exactement ces deux quantités à l'aide de for-



mules déduites des principes de la théorie mécanique de la chaleur, elles se présentent sous la forme de fonctions de la température de la vapeur pendant son admission, son expansion et son évacuation, ainsi que de la température de l'eau d'alimentation. En général, ces fonctions sont de forme complexe. La recherche de ces températures est pourtant assez difficile.

4. Il est à désirer, pour les applications purement pratiques, d'avoir des règles simples qui permettent de calculer le travail utile de la vapeur à l'aide des pressions et des volumes seulement, et sans tenir compte des températures. De telles règles peuvent être données pour la vapeur d'eau, mais elles ne s'appliquent pas aux autres fluides, et leur précision n'est pas absolue, mais les erreurs qu'elles entraînent n'ont pas d'importance dans la pratique, tant que leur emploi reste confiné dans les limites ordinaires de la pression.

5. On a publié une suite de règles de ce genre dans les *Philosophical Transaction's* et dans le *Manuel des premiers moteurs*. Elles reposent sur ce fait que, dans les limites ordinaires de la pratique, la pression de la vapeur saturée varie à peu près comme la septième puissance de la racine sixième de la densité, puisque l'équivalent mécanique de toute la chaleur contenue dans la vapeur, y compris celle qu'elle reçoit du cylindre, de manière à empêcher la liquéfaction pendant l'expansion, est à peu près égale à quinze fois et demie le produit de la pression initiale et du volume de la vapeur[1].

6. Ces règles ne conviennent bien que pour un seul mode de détente, et quoique ce soit le meilleur pour la vapeur qui n'est pas surchauffée, on ne le réalise pas souvent, car on peut faire varier la descente de cent manières.

L'objet de ce mémoire est de donner un système de règles simples applicables à toute espèce de détente et aux diagrammes de toutes les machines actuelles, pourvu que le cylindre soit assez chaud pour qu'il ne puisse pas s'y accumuler une grande quantité de liquide.

7. Dans la figure 1, AFGBHKA représentent le diagramme de l'indicateur d'une machine à vapeur, F étant le point d'admission, G le commencement de la descente, B l'évacuation, H la fin de la course et K l'avance à l'introduction.

8. La ligne horizontale C est le 0 des pressions absolues, de telle sorte que les hauteurs au-dessus de cette ligne représentent les pressions absolues de la vapeur, BC, par exemple, étant la pression absolue au moment de l'évacuation.

9. En B, menons une parallèle BA à la ligne 0, et, s'il est nécessaire, reportons en arrière le point A, afin que la longueur AB puisse représenter le volume total de la vapeur renfermée dans le cylindre et dans les conduits au moment où finit la détente.

1. Le multiplicateur 15,5 a été choisi comme valeur moyenne pour toutes les machines, mais 16 conviendrait mieux pour les machines à basse pression, et 15 pour les machines à haute pression.



Du point A abaissons la perpendiculaire AO sur la ligne 0, alors les distances horizontales du diagramme, comptées à partir de la ligne AOF, représentent les volumes occupés par la vapeur dans le cylindre.

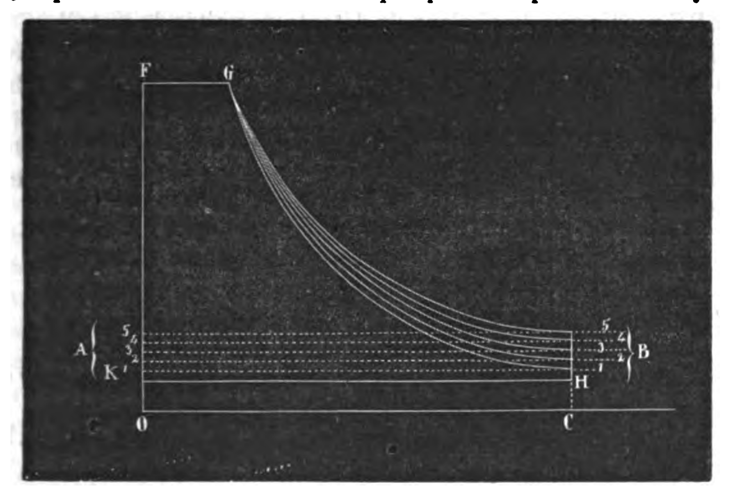



Fig. 15.

10. En exprimant les pressions et les volumes de la vapeur, il faut employer des unités telles que le produit d'une pression et d'un volume soit un certain nombre d'unités de travail, c'est-à-dire des kilogrammètres. Par exemple, si les volumes sont mesurés en mètres cubes, les pressions doivent être exprimées en kilogrammes sur le mètre carré, afin que le produit de la pression par le volume soit exprimé en kilogrammètres.

11. On peut calculer par les règles suivantes la quantité qu'on appelle chaleur de détente, et qui comprend la chaleur totale sensible et latente du volume de la vapeur AB à la pression absolue BC, ainsi que la quantité de chaleur perdue par cette vapeur au travers du cylindre et des orifices, en supposant que la pression diminue, sans qu'il y ait condensation. Les règles suivantes donnent un centième d'erreur sur les résultats que fourniraient les formules exactes de la théorie mécanique de la chaleur.

### RÈGLES POUR LA CHALEUR DE DÉTENTE.

On multiplie par 16 dans une machine à condenseur, et par 15 dans une machine sans condenseur le produit de la pression absolue par le volume de la vapeur au moment de la détente. Le résultat est à peu près égal à l'équivalent mécanique de la chaleur de la vapeur. On peut réduire ce nombre aux unités thermales, en divisant par l'équivalent de Joule 424, en adoptant le kilogrammètre et le thermomètre centigrade (voir note A, à la fin du mémoire).

12. Pour représenter graphiquement la règle précédente sur la fig. 2, on prolonge AB jusqu'en D, en faisant AD = 16 AB pour une machine à condenseur, et AD = 15 AB pour une machine sans condenseur. On

achève le rectangle ADEO; alors, comme l'aire du rectangle ABCO représente le produit de la pression absolue BC par le volume AB de la vapeur à la détente, l'aire du rectangle ADEO égale à 15 ou 16 fois $AB \times BC$ représente la chaleur de détente en unités de travail.

13. L'aire ABHK de cette partie du diagramme, qui se trouve au-dessous de la pression de détente, représente une quantité de chaleur empruntée à la chaleur de détente, et convertie en travail mécanique, et l'aire AFGB du diagramme située au-dessus représente une quantité de chaleur additionnelle convertie en travail. De là on déduit les règles suivantes.

### RÈGLES POUR L'EMPLOI DE LA CHALEUR (*en unités de travail*).

Toute la chaleur employée par la vapeur est égale à l'aire ADEO + AFGB.

La chaleur convertie en travail mécanique est égale à l'aire AFGBHK, ou bien à la somme des aires AFGB et ABHK.

La chaleur rejetée avec la vapeur évacuée est égale à l'aire ADEO, moins l'aire ABHK.

### RÈGLES POUR LE TRAVAIL UTILE DE LA VAPEUR.

Le travail utile de la vapeur est égal à $\dfrac{\text{aire AFGBHK}}{\text{aire ADEO} + \text{aire AFGB}}$.

14. Quelques exemples vont montrer comment on applique les règles précédentes aux diagrammes. La pression d'admission sera supposée uniforme et la pression d'évacuation aussi; la détente se fait jusqu'au bout de course, l'avance à l'introduction nulle, l'avance à l'évacuation nulle. Avec des diagrammes de cette sorte, on sait que les courbes doivent avoir la forme hyperbolique.

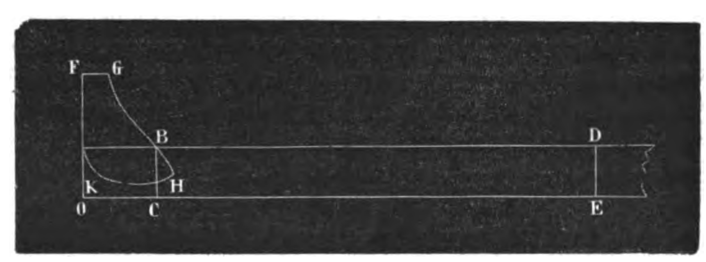



Fig. 16.

15. Dans la figure 1, G1 représente une courbe d'expansion pour la vapeur non saturée dans un cylindre mauvais conducteur, la pression absolue variant inversement comme la treizième puissance de la racine dixième du volume, ou à peu près.

G2 représente une courbe d'expansion pour la vapeur saturée sèche, lors de son admission dans un cylindre mauvais conducteur, la pression absolue variant en raison inverse de la dixième puissance de la racine, neuvième du volume.

Aucun de ces deux cas ne peut se réaliser dans la pratique, mais ils forment des cas limites dont on approche plus ou moins.

G 3 représente une courbe d'expansion pour la vapeur saturée sèche, aussi bien à son admission que pendant l'expansion, en admettant qu'on l'empêche de se condenser partiellement en lui donnant de la chaleur à travers les parois du cylindre. La pression absolue varie en raison inverse de la dix-septième puissance de la racine sixième du volume, ou à peu près.

C'est probablement le meilleur résultat auquel on arrive dans la pratique avec de la vapeur qui n'est pas surchauffée.

G 4 représente une hyperbole ordinaire, la pression variant en raison inverse du volume. Pour produire une telle courbe, la vapeur doit contenir un peu d'eau à l'état liquide au moment de son admission, ou à peu près. Cette eau s'évapore pendant la détente, à cause de la chaleur prise au cylindre. C'est la forme de diagramme sur laquelle on établit le plus souvent les calculs; elle ne diffère que bien peu de la précédente.

G 5 représente une courbe d'expansion dans laquelle la pression varie en raison inverse de la cinquième puissance de la racine sixième du volume. C'est le cas où la vapeur admise contient une assez grande quantité d'eau à l'état liquide qui s'évapore pendant la détente.

### RÈGLES POUR CALCULER LES DIAGRAMMES DE LA VAPEUR.

16. Supposons donnée la pression absolue de la vapeur, on peut facilement calculer la pression finale de la détente au moyen de l'hyperbole G 4, en divisant la pression absolue de l'admission par le rapport de la détente. Dans les autres courbes d'expansion, la pression à la fin de la détente peut se calculer par des formules qui seront données dans la note B, à la fin de ce mémoire. Quand la courbe d'expansion ne diffère que très-peu de l'hyperbole ordinaire, comme G 2, G 3 et G 5, il est souvent plus convenable de prendre pour première approximation la pression finale de détente calculée au moyen de l'hyperbole G 4, et de lui appliquer une correction, tantôt additive, tantôt négative, que l'on calcule comme suit : On multiplie la pression approchée de la fin de la détente, le logarithme népérien de la fraction de détente et la fraction dont l'unité est surpassée dans l'exposant de la puissance de la détente à laquelle est proportionnelle la pression. Pour G 2 l'exposant surpasse l'unité de $\frac{1}{9}$, pour G 3 de $\frac{1}{10}$, pour G 5 il lui est inférieur de $\frac{1}{16}$.

17. Quand la pression de détente est connue par l'observation sur le diagramme actuel, on peut calculer l'exposant d'une courbe de la classe des hyperboles voisine de la courbe de détente. Pour cela, on prend la différence des logarithmes des pressions d'admission et de détente, on en retranche la différence des logarithmes des volumes d'admission et de détente; le reste sera l'exposant cherché.

18. Si l'on n'avait sous la main qu'une table de logarithmes hyperbo-





liques, on pourrait résoudre ainsi la question. Divisez la pression absolue d'admission par la fraction de détente, alors avec le quotient comme diviseur, divisez la pression absolue actuelle de détente et prenez la différence entre le nouveau quotient et l'unité. Divisez cette différence par le logarithme hyperbolique de la fraction de détente, le quotient sera la fraction dont l'exposant cherché diffère de l'unité, suivant que la pression diminue plus ou moins lentement que la densité. Supposons, par exemple, que la pression absolue d'admission soit 40, le rapport de détente 5, la pression absolue de la fin de la détente 8,848. Alors

$$\frac{40}{5} = 8 \qquad \frac{8,848}{8} = 1,106 \qquad \log \text{nep } 5 = 1,609 \qquad \frac{0,106}{1,609} = \frac{1}{16}$$

qu'il faut retrancher de 1, parce que la pression varie plus lentement que la densité. Enfin $1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}$ est l'exposant cherché.

19. L'aire AFGB supérieure à la pression de détente quand la courbe de détente est l'hyperbole ordinaire G 4 peut se trouver, soit par les formules bien connues, sa pression absolue d'admission multipliée par le volume d'admission et par le logarithme hyperbolique de la fraction de détente. On peut l'obtenir également en dessinant soigneusement la courbe à l'échelle et en mesurant la surface au moyen des ordonnées ou à l'aide d'un planimètre.

20. L'aire correspondante pour les autres courbes d'expansion se calcule par les formules données dans une note précédente. Mais quand les courbes d'expansion s'écartent peu de l'hyperbole ordinaire, il est souvent plus convenable de prendre pour première approximation la surface AFGB, comme pour l'hyperbole ordinaire. Après cela, on calcule une correction de la manière suivante : On prend la différence entre l'unité et la moitié du logarithme hyperbolique du rapport de détente, on multiplie cette différence par la fraction qui indique la différence entre l'unité et l'exposant de la puissance de la densité à laquelle la pression est proportionnelle et par la surface approchée On applique alors la correction à l'aide du tableau suivant :

| | Logarithme hyperbolique de la détente inférieur à 2, | supérieur à 2, |
|---|---|---|
| Pour les courbes telles que G 2, G 3, | s'ajoute, | se retranche. |
| Id. id. G 5, | se retranche, | s'ajoute. |

Si le logarithme hyperbolique est 2, il n'y a pas besoin de correction.

21. — Par exemple supposons que la pression d'admission soit 40, le volume d'admission 25, le rapport de détente 5, l'exposant $\frac{15}{16}$. Alors, comme le logarithme hyperbolique de 5 est 1,609 on a pour première approximation de l'aire AFGB, $40 \times 25 \times 1,609 = 1609$. Pour calculer la correction, on a

$$1 - \frac{1,609}{2} = 0,1955 \text{ et } 0,1955 \times \frac{1}{16} \times 1609 = 20,$$

correction demandée qu'il faut retrancher. Alors 1609 — 20 = 1589 est l'aire corrigée. En employant les formules les plus exactes on obtient 1587; la différence, comme on le voit, est tout à fait négligeable dans la pratique.

22. La surface de la portion du diagramme ABHK située au-dessous de la pression de la fin de la détente est dans chaque cas le produit du volume AB et de l'excès de la pression absolue BC au-dessus de la contre-pression absolue HC.

### EXEMPLE DE CALCUL DU TRAVAIL UTILE DE LA VAPEUR.

23. — Dans chacun des exemples numériques suivants, on a pression absolue à l'admission OF = 28124 kilos par mètre carré : volume d'admission FG = $0^{mc}$,004910 : rapport de détente = 5, et alors volume de détente AB = $0^{mc}$,024550, contre pression HC = 2812 kilog. par mètre carré.

24. — Voici maintenant le résultat des calculs, produit de la pression absolue et du volume d'admission dans chaque cas :

$$28124 \times 0,00491 = 138.$$

Le logarithme hyperbolique du rapport de détente est de 1,609.

| EXEMPLES. | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| | VAPEUR non saturée cylindre mauvais conducteur. | VAPEUR saturée cylindre mauvais conducteur. | VAPEUR saturée sèche. | | |
| Courbe de détente | G1 | G2 | G3 | G4 hyp. ordin. | G5 |
| Pression absolue qui varie en raison inverse de la puissance du volume | $\frac{13}{10}$ | $\frac{10}{9}$ | $\frac{17}{16}$ | 1 | $\frac{15}{16}$ |
| Pression absolue de la détente en kilog. par mètre carré | 3466 | 4703 | 5083 | 5625 | 6222 |
| Aire supérieure à la pression de la détente AFGB en kilogrammètres | 227 | 227 | 226 | 222 | 219 |
| Aire inférieure à la pression de la détente ABHK en kilogrammètres | 16 | 46 | 56 | 69 | 84 |
| Surface totale du diagramme, ou travail par coup de piston | 243 | 273 | 282 | 291 | 303 |
| Chaleur de détente = 16AB × BC en kilogrammètres | 1365 | 1849 | 1999 | 2132 | 2446 |
| Surface AFGB | 227 | 227 | 226 | 222 | 219 |
| Chaleur développée par la vapeur, par coup de piston en kilogrammètres | 1592 | 2076 | 2225 | 2354 | 2665 |
| Travail utile de la vapeur | 0,153 | 0,132 | 0,126 | 0,120 | 0,113 |

25. — Les résultats additionnels qui suivent sont calculés dans l'hypothèse que le foyer, la chaudière et le combustible sont de qualité et de

construction telles qu'ils communiquent à l'eau et à la vapeur, par chaque kilogramme de houille brûlée 746820 kilogrammètres sous forme de chaleur.

| EXEMPLES. | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| Travail en kilogrammètres indiqué par kilog. de houille................ | 251830 | 217310 | 207500 | 197240 | 183830 |
| Kilog. de houille par heure et par cheval. | 1,028 | 1,260 | 1,320 | 1,383 | 1,474 |

REMARQUES.

26. — Les règles précédentes et les calculs montrent comment, dans la pratique, on peut évaluer le travail utile de la vapeur et l'économie du combustible en se servant des principes de la théorie mécanique de la chaleur, mais sans faire usage des formules compliquées de la science. Elles mettent complétement en lumière ce fait que, bien que la plus grande partie de la dépense de chaleur dans une machine donnée soit sensiblement proportionnelle à la pression de la vapeur à la fin de la détente, l'économie des machines à vapeur dépend surtout de la différence entre la pression d'admission et la pression finale de la détente.

27. — La cause qui tend principalement à produire une pression trop forte à la fin de la détente pour une pression donnée à l'admission, et pour un rapport de détente fixé, c'est l'évaporation de la vapeur qui a d'abord été condensée dans le cylindre au commencement de la course. L'élévation intempestive de la pression à la fin de la détente et par suite la perte de chaleur peuvent être empêchées ou diminuées en s'opposant à la condensation immédiate de la vapeur. On y arrive soit en transmettant de la chaleur à la vapeur au travers des parois du cylindre, à l'aide d'une enveloppe de vapeur, ou en surchauffant la vapeur avant de l'introduire dans le cylindre.

28. — Lors même qu'on n'emploie ni chemise de vapeur, ni surchauffement de la vapeur, on peut encore diminuer la condensation de la vapeur pendant les premiers instants de l'admission en produisant la détente avec deux cylindres.

Le refroidissement du cylindre, qui est la cause immédiate de la condensation, est lui-même le résultat de l'abaissement de la température de la vapeur pendant la dernière partie de la détente. Dans la machine à deux cylindres, le petit cylindre dans lequel la vapeur est tout d'abord admise n'est pas exposé directement à cette cause de refroidissement. Néanmoins, la machine à double cylindre comme la machine à un seul cylindre fournit de bien meilleurs résultats économiques lorsqu'on lui adapte une chemise de vapeur ou lorsqu'on emploie de la vapeur surchauffée.

29. — Dans les deux mémoires imprimés dans les *Transactions de l'Institution des ingénieurs d'Écosse* pour 1861-1862 (l'un de M. Rankine,

l'autre de M. J. Brownlee), on a analysé une série d'expériences faites par M. Isherwood sur la puissance expansive de la vapeur, et l'on a montré que la liquéfaction de la vapeur, à son admission dans le cylindre d'une machine à détente, dépend des quantités suivantes avec lesquelles elle croît, bien qu'elle ne leur soit pas proportionnelle, par exemple: l'abaissement de température correspondant à la détente: l'étendue de la surface de contact entre la vapeur récemment admise et le métal du cylindre, puis la durée de ce contact. De là il résulte évidemment que, toutes choses égales d'ailleurs, de petits cylindres et un mouvement rapide tendent à diminuer la liquéfaction de la vapeur, et par suite à augmenter l'économie de chaleur, surtout dans les machines qui n'ont pas d'enveloppe de vapeur et qui ne surchauffent pas. Dans ces dernières machines l'avantage produit par la diminution des cylindres et la rapidité du mouvement est évidemment moins prononcé.

30. — Il y a pourtant une limite à la diminution de grandeur des cylindres pour une consommation donnée de vapeur; car la grandeur des orifices dépend uniquement de la consommation de vapeur; puis, bien que l'on puisse diminuer la perte de vapeur par les orifices, par l'avance à l'introduction, on ne peut pourtant l'empêcher complétement, et enfin dans ces machines on ne peut pas non plus augmenter la vitesse outre mesure.

Note A. — Soit $t$ la température absolue de la fin de la détente, $t'$ celle qui correspond à la contre-pression, $t''$ celle de l'eau d'alimentation, toutes prises à partir du 0 absolu situé à — 274° centigrades. Soit $p$ la pression absolue à la fin de la détente, $v$ le volume de 1 kilog. de vapeur à la fin de la détente, J l'équivalent mécanique de la chaleur = 434 kilogrammèt., H l'équivalent mécanique de la chaleur de détente pour 1 kilog. de vapeur, alors, d'après les principes de la théorie mécanique de la chaleur et les lois expérimentales de la chaleur latente de la vapeur, on arrive aux équations suivantes (en regardant comme négligeable le volume de 1 kilog. d'eau à l'état liquide):

$$pv = (a - bt)\frac{p\,dt}{t\,dp}.$$

$$H = J(t' - t'') + a\left(1 + \log\text{nep}\,\frac{t}{t'}\right) - b\,t.$$

Les constantes représentent:

$$J = 424^{\text{kgm}},$$
$$a = 153120^{\text{kgm}},$$
$$b = 134{,}3 \text{ par degré centigrade.}$$

Dans les tables suivantes les résultats des règles approchées données plus haut sont comparés avec les nombres fournis par les formules qui précèdent.

MACHINES A CONDENSATION.

*Températ. de l'alimentation 40° cent. — Températ. de l'évacuation 60° cent.*

| TEMPÉRATURE A LA FIN DE LA DÉTENTE $t - 274$. | $pv$ en kilogram. | 16 $pv$ en kilogramm. | H en kilogrammètr. | DIFFÉRENCE. | POUR 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 6990 | 111840 | 111180 | + 660 | 0,59 |
| 80 | 7362 | 117792 | 117970 | — 178 | 0,15 |
| 100 | 7713 | 123408 | 124200 | — 792 | 0,65 |
| 120 | 8037 | 128592 | 129940 | — 1348 | 1,05 |

MACHINES SANS CONDENSATION.

*Températ. de l'alimentation 40° cent. — Températ. de l'évacuation 100° cent.*

| TEMPÉRATURE. | $pv$ en kilogram. | 15 $pv$ en kilogramm. | H en kilogrammètr. | DIFFÉRENCE. | POUR 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 7713 | 115695 | 114700 | + 995 | 0,87 |
| 120 | 8037 | 120555 | 120000 | + 555 | 0,46 |
| 140 | 8335 | 125055 | 124903 | + 152 | 0,12 |
| 160 | 8617 | 129255 | 129450 | — 195 | 0,14 |
| 180 | 8874 | 133110 | 133670 | — 560 | 0,43 |

NOTE B. — Soit $p_1$ et $v_1$ la pression absolue, et le volume de l'admission $p_2$ et $v_2$, la pression et le volume à la fin de la détente, soit $r = \frac{v_2}{v_1}$ le rapport de détente. Soit $n$ l'exposant de la puissance du volume auquel la pression est inversement proportionnelle; alors la pression à la fin de la détente est donnée par la formule :

$$p_2 = p_1 r^{-n},$$

et la surface du diagramme de la vapeur au-dessus de la pression finale de détente est donnée par la formule :

$$\int v dp = \frac{n}{n-1}\left(1 - r^{-n+1}\right) p_1 v_1.$$

Pour les calculs, l'équation précédente est disposée pour les cas où $n$ est supérieur à 1 ; dans le cas contraire, elle serait :

$$\int v dp = \frac{n}{1-n}\left(r^{1-n} - 1\right) p_1 v_1,$$

Et si $n = 1$, on aura :

$$\int v\, dp = p_1 v_1 \log \text{nep}\, r.$$

(*The Engineer.*)

# CACHOU

## SON EMPLOI DANS LA FABRICATION DES TISSUS IMPRIMÉS ET TEINTS.

PAR Dr KÆPPELIN, Chimiste-Manufacturier.

---

Le cachou est, sans contredit, une des matières colorantes végétales dont l'application à l'industrie des toiles peintes fit le plus époque; aussi croyons-nous avec raison que la modeste étude que nous publions ici ne sera pas déplacée dans nos *Annales*.

Le cachou était, depuis longtemps sans doute, employé par les Indiens, qui lui donnaient le nom de *Béthel*, dans la teinture de ces tissus si remarquables par la stabilité de leurs couleurs brunes et noires dont nous avons parlé dans un précédent article au sujet de l'indigo. Cette stabilité attira fortement l'attention des fabricants européens, mais quoique les travaux de grands industriels allemands jetassent quelques lumières sur le mode d'emploi de cette matière colorante, on ne parvint cependant à la faire entrer dans la fabrication qui nous occupe, d'une manière suivie, régulière, qu'au commencement de ce siècle. C'est à M. Barbet de Jouy qu'en revient l'honneur, et c'est en 1829 qu'il fabriqua les articles cachou dont le succès est encore présent à l'esprit de tous les industriels. Depuis lors, l'emploi de ce produit devint général dans les fabriques d'indiennes, et c'est à l'esprit d'initiative et de recherches de MM. Koechlin, Schlumberger et Eck que nous devons la création de certains genres d'impressions où le cachou joue le rôle le plus important. Aujourd'hui encore le cachou est, comme la garance, l'objet d'un emploi constant dans la fabrication des indiennes dites bon teint, et aucune matière colorante nouvelle n'est venue lui enlever de sa valeur. C'est ainsi que, pour donner une idée de son importance, nous pourrions citer plusieurs établissements d'Alsace et de Normandie qui en emploient plus de 4,000 kilogrammes par an, et nous-mêmes nous en avons consommé annuellement plus de 3,000 kilos dans les différentes fabriques que nous avons dirigées. Nous pouvons donc dire que la place qu'occupe le cachou dans une de nos plus grandes industries vient immédiatement après celle que nous assignons à la garance et à ses produits.

Le cachou est un extrait de matière colorante contenue dans le suc de certaines plantes de la famille des légumineuses, et surtout du *Mimosa catechu*, arbre qui croît en abondance dans les Indes. Il était autrefois plus généralement connu sous le nom de *Terre du Japon*, mais c'était sans raison, puisqu'on le retire de l'Inde où il est produit en quantités considérables, et c'est sous la dénomination de cachou de Bombay, cachou du Bengale qu'on le trouve aujourd'hui dans le commerce.

On l'obtient en faisant bouillir dans de l'eau des copeaux de l'arbre qui le produit, ou même ses feuilles (pour le cachou jaune) jusqu'à leur épuisement complet; on évapore la décoction jusqu'à ce qu'elle atteigne une consistance sirupeuse; on la laisse refroidir et on la coule

sous forme de grands gateaux aplatis, ou de petits pains cubiques de différentes grosseurs.

Le cachou que l'on retire du *Butea frondosa* s'obtient simplement au moyen d'incisions faites dans le tronc de l'arbre : le suc qui en découle, après avoir été évaporé et séché, est livré au commerce sans autre préparation. La cassure de cette espèce de cachou est plus brillante et son grain plus uniforme que dans les autres cachous; on le reconnaît encore à son aspect de couleur brune foncée, et aux feuilles qui l'enveloppent et qui proviennent de l'arbre dont on le retire. C'est sur ces feuilles même qu'on le coule au moment de la dessiccation.

Le cachou provenant des copeaux de bois se distingue lui-même en plusieurs espèces, et on le rencontre dans le commerce sous plusieurs formes différentes. C'est ainsi que l'on distingue le cachou en pains cubiques; en pains bruns sablonneux; en pains de forme parallélipipède, plus résineux que les précédents; en pains carrés plus jaunâtres; en pains de forme ovale, et aussi le cachou en boules dont la saveur astringente et sucrée a été mise au profit de la fabrication de certaines pastilles bien connues des fumeurs.

Parmi toutes ces variétés de cachous, celle qui se présente sous la forme de pains dont la couleur tire sur le jaune, et qui est plus particulièrement extraite des feuilles de mimosa catechu, et celle qui provient, d'après Roxbur, de la séve même de l'arbre qui le produit, sont les plus riches en matière colorante, et les plus généralement employées dans notre industrie.

La constitution chimique du cachou n'est pas encore fixée d'une manière certaine, et nous ne pouvons donner ici que le résultat des travaux faits à ce sujet jusqu'à ce jour.

*Propriétés.* — Le cachou est solide, d'une couleur qui varie du jaune bistré au brun de châtaigne; il est presque inodore et d'une saveur astringente, quelquefois mucilagineuse avec un arrière-goût douceâtre. Il est soluble en partie dans l'alcool, où il abandonne sa partie mucilagineuse et terreuse; soluble dans l'eau, dont il se sépare en partie par le refroidissement; soluble dans l'acide acétique, il en est précipité sans altération par une addition d'eau; soluble dans les alcalis, surtout quand ils sont à l'état caustique, il en est précipité par les acides sans altération apparente. D'après l'action de l'acide sulfurique sur une solution aqueuse de cachou, et les observations qu'il a pu faire à ce sujet, M. Sacc considère le cachou comme un principe immédiat qui se range à côté de la *salicine*. Il serait à désirer que ce chimiste distingué fît part au public intéressé, d'une manière plus complète, des travaux qu'il a faits, et des recherches qui l'ont amené à assigner au cachou cette place dans la classification des matières organiques.

Les recherches antérieures de Davy faisaient considérer le cachou comme composé essentiellement de tannin. M. Runge y a trouvé, outre le tanin ordinaire, une matière cristalline soluble dans l'eau et l'alcool qui, décomposée par les acides, donne un tannin d'une composition particu-

lière. M. Schwamberg en a isolé trois acides : l'acide *catéchique*, l'acide *japonique* et l'acide *rubinique*.

Il obtient le premier de ces acides en lavant le cachou à l'eau froide et en dissolvant le résidu dans l'alcool ; la liqueur filtrée et abandonnée à elle-même laisse déposer une matière pulvérulente, que l'on traite par l'oxyde de plomb, puis par un courant d'hydrogène sulfuré.

La composition qu'il attribue à cet acide serait :

$$C^{15} H^{10} O^{5}.$$

*L'acide japonique* se retire du cachou en le traitant par une solution alcaline ; on filtre la liqueur obtenue, on la laisse exposée au contact de l'air jusqu'à ce que sa couleur soit devenue brune, tirant sur le noir, puis on y verse de l'acide chlorhydrique qui en précipite l'acide japonique. Sa formule serait :

$$C^{12} H^{8} O^{4}.$$

*L'acide rubinique* se produit aussi par l'action d'une liqueur alcaline sur le cachou ; ainsi, quand on fait dissoudre ce dernier dans une solution aqueuse de carbonate de soude, et qu'on l'abandonne à une évaporation spontanée au contact de l'air, il se forme une masse rouge, solide, dont la composition peut être réprésentée par :

$$C^{18} H^{12} O^{9}.$$

M. G. Schwartz a aussi découvert dans le cachou une matière colorante jaune qui teint en olive les tissus de coton mordancés avec des sels de fer, et en jaune ceux mordancés avec des sels d'alumine.

On peut ajouter à ces différentes observations que les parties colorantes du cachou ont la propriété essentielle, qui nous sera d'une grande utilité quand il s'agira de les employer dans la teinture, de se transformer, sous l'action de l'oxygène de l'air ou sous celle de corps oxydants, tels que les sels de cuivre, le bichromate de potasse, en une matière colorée brune, tirant sur le rouge ou sur le jaune, selon l'espèce de cachou qui l'a produite, et le traitement qu'on fait subir aux tissus pendant les différentes opérations que nécessite la fabrication.

C'est ainsi que le bichromate de potasse rougit la nuance du cachou et la modifie par l'addition d'oxyde de chrome qui se fixe en même temps que la partie colorée qui résulte de l'oxydation des matières colorantes qu'il renferme ; le sel d'étain et les acides la jaunissent en l'affaiblissant un peu ; les sels de cuivre la foncent en la brunissant ; le sel ammoniac qui est indispensable à la fixation régulière du cachou en augmente l'intensité et provoque son oxydation. C'est donc au fabricant à modifier son traitement suivant les besoins.

La couleur ainsi fixée sur les étoffes est d'une grande stabilité, et elle résiste à l'action de la lumière autant que celle que l'on retire de la garance. C'est cette qualité que l'on doit rechercher avant tout dans l'application des matières colorantes, et qui a rendu l'emploi du cachou si considérable.



Il serait donc à désirer que ce fût la matière colorée elle-même dont on déterminât la composition d'une manière exacte, et qu'on lui assignât la place qu'elle doit occuper dans la nomenclature de la chimie organique; et nous partageons à ce sujet l'avis de M. C. Koechlin, qui dit avec raison, dans son remarquable travail sur le noir d'aniline, que les produits colorés ne sont pas des indices si indifférents à la composition et à la constitution, et que coloration ne signifie pas toujours agrégation anormale.

Nous voyons donc, en résumant les observations qui ont été faites sur le cachou, que les uns ne le croient composé essentiellement que de tannin, mais d'un tannin particulier que Berzélius a nommé acide mimotannique. Il se distingue du tannin de la noix de galle en ce qu'il précipite les solutions de sels de fer en vert au lieu de bleu. D'autres chimistes en ont retiré différents corps qui, comme nous l'avons vu, ont le caractère des acides, et en dernier lieu un principe immédiat d'une couleur brune qui serait le principe coloré du cachou.

Il est probable que ce dernier corps est le résultat de l'oxydation des matières colorables qui se trouvent dans les différentes espèces de cachous, mêlées à un tannin d'une espèce particulière.

D'après Davy, les matières colorantes se trouveraient dans la composition d'un cachou ordinaire pour 34 p. 100, le tannin pour 54 p. 100, et les matières résultant de l'incinération pour 11,5 p. 100.

Quand on dissout du cachou dans l'eau, on obtient un liquide d'une couleur brune tirant sur le rouge. Les alcalis en rendent la teinte plus foncée, tandis que les acides, l'alun et l'acétate d'alumine l'éclaircissent.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Le sulfate de protoxyde de fer y | forme | un précipité | brun verdâtre. |
| Le sulfate de peroxyde de fer | id. | id. | vert olive. |
| Le nitrate de peroxyde de fer | id. | id. | vert olive. |
| Le sulfate de cuivre | id. | id. | brun clair. |
| Le nitrate de cuivre | id. | id. | brun clair tir. sur le j. |
| L'acétate de cuivre | id. | id. | brun foncé. |
| Le nitrate de plomb | id. | id. | saumon. |
| L'acétate de plomb | id. | id. | saumon. |
| Le sel d'étain | id. | id. | jaune brun. |
| Le bichromate de potasse | id. | id. | brun. |

L'effet produit par ces différents réactifs suffit pour faire reconnaître une dissolution aqueuse de cachou, et pour faire prévoir les modifications que l'on peut faire subir à cette matière, quand on la fixe sur les tissus.

Nous allons maintenant, après cet examen rapide mais indispensable des propriétés générales du cachou, passer aux applications nombreuses qu'elles ont fait naître, et aux différents genres d'impressions auxquelles elles se prêtent dans la fabricatien des indiennes.

Dr KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

(*La fin au prochain numéro.*)



## TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES
### ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Incrustation des chaudières.** — M. Thibierge croit avoir trouvé le moyen de prévenir l'incrustation des chaudières. Ce moyen est simple et peu dispendieux. Voici un extrait de la note présentée à l'Académie par M. Thibierge :

« Les efforts si nombreux tentés pour combattre les incrustations des chaudières à vapeur ont, jusqu'ici, donné des résultats très-contestés. Et cependant il semble que rien n'est plus simple que d'empêcher leur formation. En effet, si, par des causes multiples, l'évaporation de l'eau a pour effet immédiat de laisser déposer les matières salines devenues insolubles, il suffit de séparer à l'avance de l'eau toutes les matières qu'elle tient en dissolution ou en suspension. La question ainsi posée a été traitée très-diversement, soit qu'on ait eu recours à des réactions chimiques ou à des influence physiques. Mais les méthodes si diverses qui ont été proposées ne sont pas, on peut le dire, entrées dans l'industrie. Il est cependant un moyen de séparer les matières dissoutes ou suspendues dans l'eau, et qui ne paraît pas avoir été appliqué à la solution du problème qui nous occupe, ou qui, du moins, ne l'a été que dans des cas très-restreints...

« Au lieu de verser dans les chaudières qui, de toutes parts, donnent l'activité à nos usines, des eaux plus ou moins chargées de matières étrangères, il faudrait demander l'alimentation des chaudières au produit de la condensation de la vapeur... S'il n'est pas bien établi que les chaudières incrustées exigent pour produire la vapeur plus de chaleur que les chaudières dont la surface intérieure est nette de tout dépôt, il paraît hors de doute que la production de la vapeur à l'aide de l'eau distillée n'exigera pas sensiblement plus de combustible que n'en réclame l'emploi des eaux plus ou moins chargées de matières salines. De ce côté donc, la nouvelle méthode n'exigerait pas d'augmentation de dépense. La seule augmentation porterait, d'une part, sur la provision d'eau distillée à constituer avant la mise en train, et d'autre part sur les appareils, si simples d'ailleurs, destinés à la condensation, et sur la petite quantité d'eau distillée qui, perdue dans le travail, devrait être remplacée. »

**Production de températures élevées au moyen du gaz d'éclairage et de l'air.** — M. Schlœsing s'est proposé pour but de produire de hautes températures par la simple combustion du gaz d'éclairage dans l'air. C'est, dit-il, une simple question d'appareils. Voici sa méthode :

« De l'air est injecté dans un tuyau de cuivre de 3 à 4 décimètres de long par un bout du tube qui y pénètre de quelques centimètres. Deux trous opposés sont percés sur le tuyau, un peu en arrière de l'orifice du tube ; à cet endroit le tuyau est entouré d'un manchon alimenté par le gaz : celui-ci, aspiré par le courant d'air, s'y précipite et s'y mêle. On ne peut mieux se figurer le jeu de cet appareil qu'en se représentant une lampe Bunsen dans laquelle les accès d'air et de gaz seraient renversés, l'orifice du gaz fort élargi débitant de l'air, et les trous d'air donnant du



gaz. Naturellement, le débit du gaz est réglé par un robinet, celui de l'air l'est par une pression déterminée.

« Quand on enflamme dans l'air le mélange gazeux ainsi effectué, on produit une grande flamme bleue dont la puissance calorifique ne paraît pas plus intense que celle d'un chalumeau ordinaire d'un égal débit ; mais si le dard pénètre dans une enveloppe réfractaire sans entraîner d'air extérieur, la flamme, que je suppose produite par un mélange en proportions théoriques de gaz et d'air, devient très-courte, et la combustion s'accomplit en totalité dans un espace resserré, ce qui provient sans doute de l'état préalable de mélange des fluides, dû à leur parcours simultané dans un même tuyau.

« Je me sers d'un soufflet de M. Enfer, dont je régularise l'effet en envoyant le vent dans une sorte de gazomètre formé par une grande cloche en zinc fixée et noyée dans une enveloppe pleine d'eau : un manomètre à eau indique la pression. Le gaz est réglé par un robinet dont la clef, prolongée par une tige, peut exécuter de très-petits mouvements; je reconnais que mon mélange approche le plus possible de la perfection, lorsque deux positions très-voisines de la clef me donnent tour à tour des gaz oxydant et désoxydant, ce que je vois en présentant un gros fil de cuivre à l'issue du four.

« S'agit-il de chauffer au blanc un tube de porcelaine : j'emboîte à l'extrémité du chalumeau une sorte d'entonnoir aplati, qui transformera le jet cylindrique en nappe plane; j'introduis le bord de l'entonnoir entre deux briques réfractaires liées ensemble par des fils de fer; l'une d'elles a été auparavant limée de manière à former, après sa jonction avec l'autre, un vide qui est la continuation de l'entonnoir, et dans lequel la nappe gazeuse va s'étalant toujours plus, jusqu'à ce qu'elle s'échappe par une fente de 11 à 18 centimètres de long sur 2 à 3 millimètres de large : ce n'est qu'à partir de là qu'elle brûle, bien entendu si la vitesse à la sortie est supérieure à la limite déjà indiquée. Je me garde d'exposer mon tube trop près de la fente, la porcelaine serait fondue tout le long de la ligne frappée directement par la nappe incandescente. De chaque côté et aux deux bouts de la fente, j'établis quatre morceaux de brique, emprisonnant la flamme dans un espace de 1 à 2 centimètres de large sur 5 à 6 de haut; un peu au-dessus, je place mon tube, et je lui fais une enveloppe avec d'autres morceaux de brique convenablement taillés; les gaz enflammés, divisés par le tube, l'embrassent et se réunissent au-dessus pour s'échapper par une fente longitudinale. L'échauffement doit naturellement être gradué au début : je commence par donner peu de vent, puis j'ouvre lentement le robinet du gaz jusqu'à ce que je dépasse à peine la limite inférieure d'inflammabilité du mélange d'air avec le gaz. Malgré l'excès d'air, la combustion est alors très-incomplète; l'hydrogène brûle, mais le carbone ne fait guère que de l'oxyde : la température est donc peu élevée et le tube la supporte sans accidents. J'augmente peu à peu le vent et la proportion du gaz ; au bout de cinq minutes, j'ai pris l'allure à laquelle je veux me tenir.

« Pour chauffer un creuset, je prends d'autres dispositions. Deux briques juxtaposées à plat font le socle du four; au centre, j'établis le creuset sur un fromage; je lui fais une enveloppe verticale avec des morceaux de brique d'égale hauteur et serrés par un fil de fer. Cette enveloppe repose sur quatre cales, de manière à laisser entre elle et le socle un espace libre de 3 à 4 millimètres; je la couvre d'une brique percée d'un trou central qui reçoit mon chalumeau. Ainsi je chauffe par en haut, la flamme frappe le couvercle, s'étale sur lui, descend et s'échappe tout à l'entour par la fente circulaire ménagée par les cales.

« On peut évidemment varier de bien des façons la forme du jet de la flamme, celle des enveloppes, selon l'objet à chauffer. Les chimistes qui voudront bien essayer mon mode de chauffage éprouveront probablement quelque étonnement

en voyant les effets produits. Pour ma part, j'ai fondu en vingt minutes, dans un creuset de Paris, un morceau de fer de 400 grammes; j'ai fondu dans le même temps des tubes de Bayeux, jusqu'à transformer la porcelaine en verre transparent. Et il ne faudrait pas supposer que la dépense de gaz est excessive; je l'ai mesurée approximativement : pour chauffer à blanc, pendant vingt minutes, un tube de porcelaine de 20 millimètres sur une longueur de 18 centimètres, je dépense environ 250 litres de gaz; j'en ai dépensé 400 à 500 pour fondre le morceau de fer. »

**Essai des huiles minérales.** — MM. Salleron et Urbain ont présenté à l'Académie un appareil pouvant servir à la mesure de la tension de vapeur des huiles minérales employées pour l'éclairage (pétroles, schistes, etc.). Cet appareil est accompagné d'une table contenant les forces élastiques de la vapeur d'une même huile prise pour type aux différentes températures comprises entre 0 et 35°, de telle sorte que, connaissant la tension de l'huile à essayer correspondant à une température donnée, et, d'un autre côté, la tension que donne à cette température l'huile type, on pourra, de la comparaison de ces nombres, conclure immédiatement la valeur de l'échantillon sur lequel on aura opéré.

Cette communication a été renvoyée à l'examen de MM. Pouillet, Pelouze et Regnault. Leur rapport nous permettra sans doute de donner quelques détails sur la construction de cet appareil. Ajoutons seulement aujourd'hui que MM. Salleron et Urbain ont cru pouvoir conclure que la tension de 64 millimètres d'eau pourrait être adoptée comme limite de celle que devraient posséder les huiles livrées à la consommation publique.

**Effets de coloration et d'extension de couleurs produits par des lumières artificielles.** — M. J. Nicklès, un des collaborateurs des *Annales du Génie civil,* en préparant *un soir* du perchlorure de manganèse, reconnut que la couleur du composé éthéré n'est pas *verte,* comme elle le paraît *le jour*, mais *noire*, et qu'il en est de cette belle couleur verte comme de la couleur bleue engendrée par la *liguline* et le bicarbonate de chaux qui, elle aussi, paraît d'une couleur différente quand on la regarde à la flamme de la bougie. Il a reconnu depuis que la nuance bleue se maintient quand on l'éclaire au moyen de la lumière du magnésium.

« Cette lumière, dit M. Nicklès, possédant, sous tant de rapports, les propriétés de la lumière solaire, on peut s'attendre à ce qu'elle se comportera, à l'égard des composés colorés, comme le fait le soleil, et qu'elle leur laissera prendre la teinte qu'ils offrent, tout au moins, à la lumière diffuse. C'est, en effet, ce qui arrive : sitôt qu'on allume un fil de magnésium, le beau vert du perchlorure de manganèse éthéré paraît dans tout son éclat, même alors que la bougie continue à brûler.

« Or, ce que fait la lumière magnésique à l'égard des deux couleurs en question, elle le fait pour les couleurs les plus variées, tant naturelles qu'artificielles. On sait qu'une fleur, une étoffe teinte ou un tableau sont loin d'offrir, à la clarté de la bougie ou du gaz, la richesse de tons qu'ils présentent au grand jour. Grâce à la lumière magnésique, il sera désormais facile de les voir à toute heure avec leurs teintes normales, bien que cette lumière soit plus blanche que ne l'est celle des rayons solaires. »

A la suite d'un grand nombre d'expériences, M. Nicklès, avec des couleurs convenablement choisies, a peint un spectre, lequel, à la flamme sodique, ne laisse paraître, en réalité, que deux couleurs, un peu nuancées, il est vrai : le *blanc* et le *noir*. A ce spectre, la lumière magnésique restitue instantanément la coloration normale, alors même que l'alcool salé continue à brûler à proximité.

Voici la composition de ce spectre et les couleurs avec lesquelles il a été obtenu :

| Couleur vue au jour. | Agent colorant. | Couleur vue à la flamme de soude. |
|---|---|---|
| Rouge........... | Ocre............................... | Noir. |
| Orangé.......... | Deuto-iodure de mercure........ | Blanc. |
| Jaune............ | Chromate de plomb............ | Blanc. |
| Vert............. | Manganate de baryte............ | Noir. |
| Bleu............. | Blanc d'aniline................ | Noir. |

La différence ressort encore plus fortement quand on emploie un bec de Bunsen dans lequel on fait rougir un fil de platine chargé de chlorure de sodium. A la lumière du gaz ou de la bougie, ces couleurs sont parfaitement distinctes, sans doute parce qu'il n'y a pas assez de soude en présence; le supplément de sodium qu'on y ajoute au moyen du fil de platine change les choses du tout au tout et permet ainsi de faire une série d'expériences à la fois très-brillantes et très-instructives, et qu'il sera bon de ne pas perdre de vue toutes les fois qu'on aura affaire à des pigments nouveaux ou peu connus.

**L'insecte de l'Abeille.** — M. E. Duchemin a présenté à l'Académie une note sur les abeilles et un de leurs parasites. Nous reproduisons cette note et la figure qui l'accompagne.

« L'un des faits, bien gravés dans mes souvenirs, qui m'ont le plus impressionné pendant ma jeunesse fut le désespoir d'un pauvre paysan qui se trouvait subitement frappé dans ses intérêts par la perte d'une trentaine de ruches d'abeilles. Il voyait par là tous ses rêves dorés de l'année s'évanouir, et, dans son légitime chagrin, son œil inquiet et observateur cherchait naturellement quelle pouvait être la cause d'un désastre qui venait fondre sur lui et sa famille comme l'une des sept plaies d'Égypte.

Cette cause, il l'attribua à tort, ainsi que j'ai pu m'en convaincre plusieurs fois depuis, à certaines plantes de son clos que les pauvres mouches industrielles auraient sucées. L'abeille, qu'on classe parmi les insectes hyménoptères sociaux, est, selon moi, trop intelligente pour se tromper sur la nature du suc de la fleur qui lui convient et avec lequel elle doit bâtir son gâteau de miel et de cire.

Elle sait fort bien éviter les poisons qui pourraient la tuer, et elle peut extraire même impunément le suc de l'arbrisseau appelé l'*azalea pontica*, dont parlent Xénophon, Pline et Raspail. Si parfois son miel est vénéneux, comme il le fut pour les trois cohortes de l'armée de Pompée, la santé de l'abeille n'en a pas souffert pour cela.

La perte d'une trentaine de ruches était uniquement la conséquence d'un fait que j'ai observé et que je puis expliquer maintenant.

L'abeille a un ennemi terrible, presque aussi meurtrier pour elle que le froid; le dard de l'abeille ne pourrait rien contre lui, et cet ennemi devait être naturellement introuvable pour le pauvre paysan, qui ne voyait que par ses yeux, tandis qu'il eût fallu la toute-puissance du microscope pour le découvrir.

L'ennemi mortel de l'abeille est un *acarus*. Il s'attache à elle, il lui donne la mort[1].

L'immortel Réaumur parle de ce parasite dans ses ouvrages, du moins il donne le dessin (*Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, tome V, page 728, plan-

1. Cet insecte, si petit qu'il soit, a lui-même son parasite plus petit que lui. C'est ce qu'il m'a été permis de constater une ou deux fois. Mais il est impossible, avec les moyens d'observation dont nous jouissons, de suivre l'œuvre de la création dans sa dernière limite.

E. D

che 38) d'un pou trouvé sur l'abeille, mais qui ne ressemble en rien à la figure que je vais produire. C'est, dans tous les cas, un encouragement de plus pour aborder résolûment la question de la maladie des abeilles.

Voici d'abord, considérablement grossi, l'insecte dessiné par mes soins et le plus fidèlement possible,

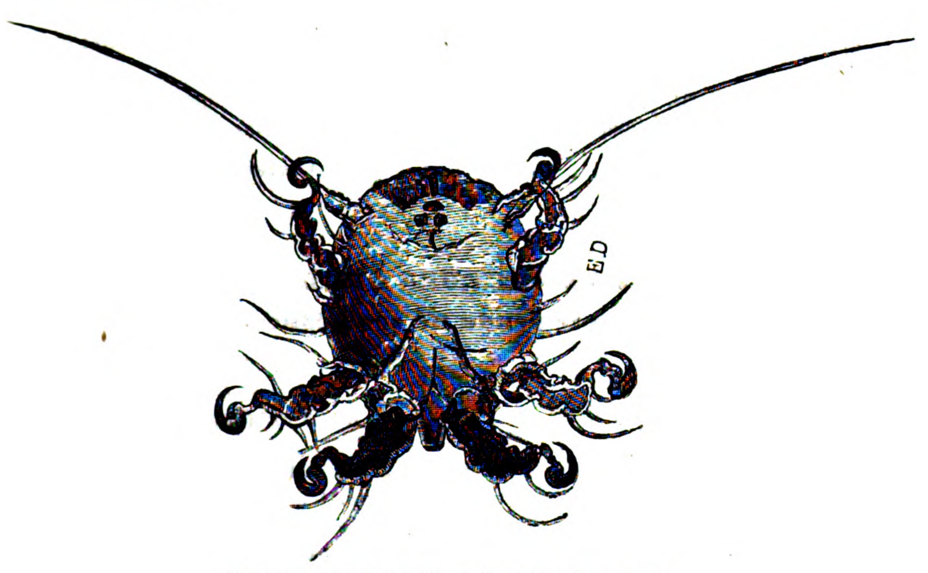



Fig. 17. Acarus de l'abeille et de l'*helianthus annuus*.

Trouve-t-on seulement cet être microscopique sur l'abeille malade?

Comment naît cet être invisible et meurtrier?

Vient-il naturellement sur le corps de sa victime, qu'il sait étreindre avec ses griffes et qu'il ronge et perfore jusqu'à ce que la mort s'ensuive?

J'ai découvert ce singulier acare non-seulement sur l'abeille, mais souvent aussi sur une plante, l'*helianthus annuus*.

Est-ce l'abeille qui dépose sur cette fleur son parasite, ou est-ce la fleur qui communique à l'abeille le parasite qui fait mourir l'abeille?

En 1864, j'ai passé tout un été à chercher à résoudre cette dernière question, si intéressante à tous les points de vue. Après avoir protégé entièrement la plante de tout contact extérieur, j'ai découvert encore sur elle l'acare destructeur [1].

Je crois donc pouvoir affirmer que l'ennemi *invisible* de l'abeille naît sur l'*helianthus annuus*, et que cette plante est, par ce fait, désastreuse pour la vie de la mouche domestique et bienfaisante, que la main de l'homme ne saurait trop protéger. »

La communication de M. E. Duchemin a été renvoyée à l'examen de MM. Milne Edwards et Blanchard.

**Manière d'immerger les câbles transatlantiques.** — L'un des principaux obstacles que rencontre la pose des câbles, et, par suite, l'une des principales causes des accidents qui se produisent, consiste dans la rapidité avec laquelle le câble file

1. La seule distinction que j'ai pu faire entre les acarus pris sur les abeilles et ceux provenant de la plante était que ces derniers, vus au microscope, jouissent d'une mollesse d'organisation physique qui les rend plus transparents, sans doute en raison du milieu où ils vivent. E. D.

à la mer dès que la profondeur de l'eau est grande; alors rien ne l'arrête, et le moindre obstacle produit une rupture.

M. Roux, capitaine de frégate, croit pouvoir modérer cette vitesse en diminuant le poids du câble par rapport à l'eau, de manière à ce que le câble se rapproche assez d'un corps flottant pour ne s'enfoncer qu'avec lenteur. Dans ce but, M. Roux enveloppe le câble d'une couche de cordages nommé *sparterie*. Ce genre de corde flotte toujours sur l'eau, et il s'use peu au frottement, puisqu'on en fait des sandales.

M. l'amiral Paris, qui a analysé la note de M. Roux à l'Académie, a présenté en même temps des spécimens de câbles à fourreau de sparterie.

COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

## Compte rendu de ses Séances.

---

### SÉANCES DES 5 ET 19 JANVIER ET DU 2 FÉVRIER 1866.

La séance du 5 janvier a été consacrée à l'installation de M. Nozo, le nouveau président, des membres du bureau et du comité. L'usage veut que le président sortant adresse un discours à la Société. M. Salvetat s'est conformé à l'usage; comme compte rendu des travaux de la Société, il a renvoyé aux procès-verbaux des séances, nous ferons comme lui; comme lui aussi, nous adresserons un dernier hommage aux onze membres de la Société que la mort a enlevés, et dont nous rappellerons ici les noms : MM. Bousson, Bordet, Guérin, Bournique, Jacquesson, Valério, Baret, Bourdon, Alexis Barrault, Ch. Richoux, qui pendant six années avait été secrétaire de la Société, et M. Vuigner qui fut deux fois président, et à qui la Société doit d'avoir été reconnue d'utilité publique.

Puis, comme M. Salvetat, nous applaudirons à l'élection qui a appelé M. Nozo à la présidence et MM. Callon, Flachat, Love et Laurent à la vice-présidence.

M. Nozo, en s'installant au fauteuil, a adressé quelques paroles pour remercier la Société de l'y avoir appelé; il constate que « la Société des Ingénieurs civils est « solidement fondée, parfaitement assise, elle est acceptée comme corps savant par « toutes les sociétés de même nature; le gouvernement l'a reconnue d'utilité pu- « blique; à l'heure qu'il est, elle vit de sa vie propre. »

M. Nozo fait appel à tous pour obtenir des communications intéressantes : « C'est, « dit-il, en enregistrant dans nos bulletins ces succès de tous les instants, rempor- « tés dans les sciences et dans l'industrie, que la Société arrivera à conserver et « élever encore la considération dont elle jouit dans notre pays, et le rang qu'elle « a su conquérir parmi les sociétés savantes. »

M. Nozo cite ensuite un certain nombre de questions qui seront traitées, espère-t-il, dans le courant de l'année 1866, sans compter les notices sur les produits qui doivent être envoyés à l'Exposition de 1867 par les membres de la Société, et les documents sur les industries dirigées par eux.

Nous espérons avec lui que l'année 1866 sera bonne et que la récolte scientifique sera abondante : nous ferons tous nos efforts pour tenir nos lecteurs au courant.

Le reste de la séance a été consacré à la présentation, par M. Contamin, d'une note sur le calcul des ponts en treillis; cette note a été l'objet d'une discussion qui s'est prolongée dans la séance du 19 janvier et du 2 février, et à laquelle ont pris

part MM. Nordling, Dallot, Desmousseaux de Givré, Yvert, Dubied et M. Collignon, inspecteur général des ponts et chaussées, dont le nom avait été cité dans la discussion.

Nous résumerons toute cette question dans notre prochain numéro.

Dans la séance du 19 janvier, M. Donnay a rendu compte d'un système de voies de rebroussement, proposé par M. Lourdaux, chauffeur mécanicien au chemin de fer du Nord, pour remplacer les grandes plaques tournantes qui servent au changement de direction des locomotives attelées à leur tender.

Le système consiste dans la disposition d'un double rebroussement de tronçons curvilignes reliés à la voie principale, et permettant au mécanicien de faire effectuer à la locomotive deux rotations de 90 degrés, de manière à retourner bout pour bout.

L'établissement du système n'exige, d'après l'inventeur, que deux ou trois tronçons auxiliaires d'un développement de 60 à 80 mètres chacun, et des aiguilles à mouvement automatique au nombre de trois ou quatre suivant les cas.

Les avantages sont les suivants : Composée simplement de tronçons de voie et d'aiguilles, n'occupant pas plus de place qu'une grande plaque, sa construction est simple et peu coûteuse. Elle n'exige le concours d'aucun aide pour sa manœuvre, qui est exempte de tout danger. Les plaques, au contraire, exigent le concours d'un certain nombre d'ouvriers, et leur fonctionnement est sujet à toutes les chances de dérangements inséparables d'un mécanisme compliqué.

M. Donnay discute ces assertions, il a tracé une épure en supposant des courbes de 200 mètres de rayon; d'après cette épure, la dépense peut être évaluée comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Terrain à acquérir | 14,000 | francs. |
| Voies | 27,000 | — |
| Ballast | 10,500 | — |
| Changements de voie | 2,700 | — |
| Total | 54,200 | — |

Or, un pont tournant de 14 mètres de diamètre ne coûte que 18,000 francs; on voit que l'économie est loin d'être en faveur de la disposition proposée; de plus, la manœuvre serait plus longue qu'avec la plaque.

M. Mayer fait observer que la disposition proposée n'est pas nouvelle, il l'a vue appliquée en Angleterre pour faire passer la machine de la tête à la queue des trains en effectuant en même temps le changement de direction.

M. Maldant confirme la remarque de M. Mayer. La disposition a été réalisée à Orléans par la courbe de raccordement des Aubrais, et, à Tours, par celle de Saint-Pierre-des-Corps.

M. Maldant ne saurait accorder à ce système l'avantage de présenter de plus grandes chances de sécurité que l'emploi des plaques tournantes; il croit, au contraire, que les manœuvres compliquées des locomotives et les aiguillages fréquents, dans les gares ou leurs abords, sont les causes les plus fréquentes des accidents de chemins de fer. Le système, en résumé, ne présente aucun avantage et doit être repoussé à tous les points de vue.

Dans la séance du 2 février, M. Chavès a présenté l'*Extincteur des incendies*, inventé par MM. Carlier, Vignau et Fillion, et dont M. Tronquoy a publié la description page 849 des *Annales du Génie Civil* (4e année, 1865).

Nous croyons donc inutile d'y revenir, d'autant plus que la notice de M. Tronquoy contient des chiffres que nous n'avons pas trouvés reproduits dans le compte rendu de la séance.

M. Chavès décrit ensuite le *Parafeu*, appareil imaginé par les mêmes inventeurs. Le parafeu est destiné à arrêter les feux de cheminée; cet appareil se compose d'un disque en tôle qu'on place à la partie supérieure d'un tuyau de cheminée; ce disque, mobile autour d'un axe horizontal, est maintenu verticalement à l'aide de deux contre-poids, l'un fixé au disque, et l'autre suspendu à l'extrémité d'une chaîne dans laquelle sont intercalés des anneaux en alliage fusible à la température de 100°; cette chaîne descend dans le corps de la cheminée en portant des anneaux fusibles jusqu'à 2 ou 3 mètres de distance du foyer, de sorte que, si le feu se déclare, les anneaux fondent et le contre-poids suspendu tombe; en même temps le contre-poids fixé après le disque ramène celui-ci à la position horizontale et détermine ainsi l'occlusion complète de la cheminée.

Nous craignons pour notre part que, pratiquement, les choses ne se passent pas aussi bien que cela; néanmoins, comme la dépense n'est pas élevée, nous aimons à le croire, nous pensons que le système devrait être appliqué à un grand nombre de cheminées, telles que celles des boulangers, des restaurants, etc., qui prennent feu assez souvent.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

**SITUATION GÉNÉRALE.** — L'exposé de la situation de l'Empire, récemment publié par le *Moniteur universel*, contient, au sujet des grands travaux publics exécutés sur le territoire français, des indications dont le point saillant est l'intérêt tout particulier qui s'est attaché dans ces derniers temps à la navigation maritime et fluviale. Voici comment s'exprime à ce sujet le rapport officiel :

**Navigation intérieure.** — L'amélioration progressive des voies navigables n'a pas cessé d'être l'objet de la sollicitude du gouvernement. L'agriculture et l'industrie réclament avec persistance et avec juste raison le développement de ce mode de communication qui peut seul, par sa concurrence avec les chemins de fer, résoudre la question vitale des transports à bon marché.

Le réseau des voies navigables de l'Empire comprend :

3,000 kilomètres de rivières ou de parties de rivières flottables en train;

9,600 kilomètres de rivières navigables;

4,800 kilomètres de canaux ou de rivières assimilées aux canaux.

L'amélioration systématique de la navigation fluviale a été poursuivie avec persévérance par l'administration au moyen de barrages à écluses et de chenaux à digues submersibles.

La ligne navigable de Paris à Strasbourg est complète aujourd'hui, par suite de l'achèvement de la canalisation de la Marne. Celle de Paris à Lyon sera terminée en 1867.

L'établissement d'un barrrage éclusé, établi à Suresnes, facilitera aux bateaux venant de la basse Seine l'accès des ports intérieurs de Paris. Des études sont faites pour assurer aux bateaux venant du Nord un tirant d'eau de deux mètres, qui permettra leur passage en Seine sans transbordement.

Le système de barrages submersibles a été appliqué avec succès sur le Rhône, entre Lyon et Arles.

Le canal maritime de Saint-Louis, destiné à substituer aux embouchures du Rhône une voie toujours accessible aux navires et d'un parcours facile, a reçu, dans le

commencement de la campagne, une vive impulsion; mais les travaux ont été malheureusement ralentis dans les derniers mois par l'épidémie qui a sévi parmi les ouvriers. Ils seront repris avec activité dans la campagne prochaine.

**Ports maritimes.** — Les grands ports où s'exécutent en ce moment des travaux extraordinaires sont ceux de Marseille, du Havre, de Bordeaux, de Dunkerque, de Boulogne, de Dieppe, de Saint-Nazaire, de Brest, de Saint-Malo.

A Marseille, les agrandissements successifs du port ont constamment été devancés par les besoins toujours croissants du commerce et de la navigation. A la fin de 1865, le port de Marseille possédait 90 hectares de surface d'eau et 9 kilomètres de quais propres aux opérations de débarquement et d'embarquement.

Au Havre, on a continué les travaux d'élargissement du chenal, et l'on pourra terminer en 1866 la construction du second brise-lames de l'entrée du port, ainsi que l'enlèvement des restes de la tour de François Ier, qui forment un écueil dangereux pour les navires. Les travaux de l'entreprise qui a pour objet l'agrandissement du port par l'annexion des terrains de la citadelle, commencés dans le cours de la dernière campagne, sont conduits avec activité.

Des quais ont été améliorés et d'autres construits à neuf à Bordeaux.

Le port de Napoléon, à Brest, est une véritable création, comportant l'établissement de digues d'abri, de quais à marée, d'un bassin à flot et de voies d'accès qui communiquent d'une part avec la ville, de l'autre avec la gare du chemin de fer. Les travaux ont été conduits avec une grande rapidité, grâce à l'avance de 4 millions faite à l'État par la ville de Brest. Aujourd'hui le port est fermé par des digues : l'entrée en est bien dessinée; les bâtiments de commerce ont quitté la Penfeld depuis le 1er octobre dernier; enfin les paquebots transatlantiques ont un port à quai, et n'attendent plus qu'un grand avancement du dragage de l'intérieur du port pour y venir mouiller à chaque voyage, au lieu de stationner en rade. Il ne reste plus que peu de choses à faire pour terminer le port à marée, et l'on s'occupe d'étudier les dispositions définitives du bassin à flot,

Le balisage actuel des côtes de France s'élève aux chiffres suivants : 982 balises en bois ou en fer, 151 tourelles en maçonnerie, 483 bouées et 379 amers.

L'éclairage électrique a été définitivement installé aux deux phares de la Hève, près du Havre. L'intensité de chacun des phares ainsi éclairés est évaluée à 5,000 becs de lampe Carcel, et elle peut être doublée sans notable accroissement de dépenses, lorsque l'état de la transparence atmosphérique paraît l'exiger. L'intensité des mêmes feux ne s'élevait qu'à 600 becs quand ils étaient éclairés à l'huile, et l'on n'avait pas la faculté de l'augmenter au besoin.

**Service hydraulique.** — En Sologne, l'établissement des routes agricoles a été poussé, en 1865, avec activité. Sur 486 kilomètres qui représentent le développement total du réseau, 322 kilomètres, soit les deux tiers, sont aujourd'hui complétement terminés.

Le prolongement du canal de la Sauldre a été commencé dans le cours de la dernière campagne. Sur la partie du canal ouverte à la navigation, on a établi, au Coudray, une gare destinée au service du transport des marnes.

Les routes agricoles de la Dombes, d'un développement total de 242 kilomètres, sont achevées sur 183 kilomètres; 49 kilomètres sont en cours d'exécution. Il ne reste plus à commencer les travaux que sur 10 kilomètres.

Les travaux d'assainissement des Landes ont marché de la façon la plus satisfaisante. Aujourd'hui, 177,000 hectares sont assainis et mis en valeur, et sur 47,000 les travaux sont entrepris.

Au 1er janvier 1865, la superficie totale des terrains drainés en France atteignait 179,000 hectares; on estimait à 47 millions environ la somme dépensée pour ce travail, et la plus-value était évaluée à 145 millions en capital et 12 millions en re-

venu. La superficie drainée paraît s'accroître en moyenne d'un dixième environ par an.

En ce qui concerne les chemins de fer, il ressort de l'*Exposé* que la campagne de 1865 n'a guère eu, en fait de grands travaux et d'ouvertures de nouvelles lignes, que des résultats préparatoires pour les années suivantes.

**VILLE DE PARIS.** — Comme simple mention d'ordre, nous ferons connaître que des enquêtes viennent d'être ouvertes au sujet : 1° du prolongement projeté du boulevard Haussmann, entre la rue du Havre et la rue de la Chaussée-d'Antin; 2° de la formation d'une place au nord du nouvel Opéra; 3° de l'élargissement à 22 mètres de la partie de la rue de la Chaussée-d'Antin (côté des numéros impairs) comprise entre le boulevard des Capucines et la rue Meyerbeer; 4° du prolongement de la rue des Saints-Pères depuis la rue de Grenelle jusqu'à la rue de Sèvres. Une légende explicative annexée au plan de cette dernière amélioration, si utile pour régulariser les voies de communication de la rive gauche, fait connaître le but et les détails du projet dont la démolition de l'ancienne mairie du 7e arrondissement, complétement effectuée à l'heure qu'il est, rend l'exécution des plus faciles. Ce travail aurait pour résultat immédiat d'ouvrir une communication directe entre la Seine et la rue de Sèvres, et par suite de détourner une partie du courant de circulation qui se porte au carrefour de la Croix-Rouge, point de concours de voies nombreuses et très-fréquentées. Déjà, par suite de l'agrandissement des bâtiments de l'hôpital de la Charité, la rue des Saints-Pères est élargie dans une partie notable de son parcours, au grand avantage de la circulation qui s'y fait et dont l'activité ne peut que s'accroître encore après le prolongement projeté.

Les travaux du Palais de Justice et de la Préfecture de police sont aussi activement menés que le permettent les exigences d'un service compliqué qu'il est impossible d'interrompre. L'approche de l'Exposition universelle a fait donner également une nouvelle impulsion à l'établissement des autres palais municipaux, églises, monuments et établissements divers en cours d'exécution.

Le marché Saint-Honoré est complétement terminé, et quatre pavillons avec leurs resserres et les bureaux de l'inspection sont livrés au service. Ce travail, exécuté dans le style des Halles centrales, a opéré une heureuse transformation de cette partie du quartier le plus voisin des Palais impériaux.

**Place de l'Europe.** — Cette place, masquée d'un côté par la gare du chemin de fer de l'Ouest, et dont les issues latérales de gauche laissaient beaucoup à désirer, est complétement remaniée en ce moment pour l'exécution du projet ayant pour objet de faire passer en dehors du grand souterrain situé à la sortie de la gare les voies ferrées des groupes de Saint-Germain et d'Argenteuil. Il n'y aura plus maintenant de place à proprement parler, l'emplacement où se trouvait le square de la place de l'Europe et ses abords ayant été complétement déblayé pour laisser à ciel ouvert les voies du chemin de fer au-dessus desquelles on construit un immense pont en double patte d'oie, avec tablier métallique où viendront déboucher d'un côté les rues de Londres, de Berlin, de Saint-Pétersbourg, et de l'autre les rues de Vienne, de Madrid, de Constantinople aboutissant à la nouvelle rue de Rome.

Le seul déblai restant à terminer est celui de la partie du tunnel sur l'emplacement duquel sera établie la culée principale de 150 mètres de longueur, qui s'étend depuis le débouché de la rue de Londres jusqu'à celui de la rue de Saint-Pétersbourg.

Une autre culée de 120 mètres de longueur bordant à gauche la rue de Rome, et limitant le pont de manière à donner accès aux rues de Vienne, de Madrid et de Constantinople, est entièrement construite.

Dans l'espace libre d'environ 100 mètres de largeur qui existe entre les milieux de ces deux maîtresses culées, on a établi deux piles intermédiaires de 55 mètres de



longueur chacune, parallèles à la grande culée de la rue de Rome, et une troisième pile se bifurquant à l'une d'elles, et formant un mur d'appui parallèle à la grande culée de droite.

Toutes ces maçonneries seront surmontées dans la partie centrale de neuf poutres métalliques qui relieront les culées et les piles, et dont la portée immense, mesurée d'une grande culée à l'autre, permet d'apprécier les proportions colossales. On a déjà posé deux de ces poutres, dont les principales pièces, soulevées par une grue roulante installée sur un échafaudage spécial sont assemblées et boulonnées sur place, les trous des rivets ayant déjà été préparés à l'usine.

Un système de poutres diagonales rattachera les extrémités des culées avec les extrémités des piles intermédiaires.

A leurs points d'appui, les poutres ne reposent pas directement sur la maçonnerie. Elles en sont séparées d'abord par un plateau en fer avec rebords scellés sur la pierre de taille, et par de solides traverses et madriers entrecroisés et disposés de manière à prévenir toute déviation.

Depuis le jour où l'ancienne place a été interceptée, les communications entre les deux rives du chemin de fer ont été assurées par un pont provisoire formé de huit palées et d'un tablier en charpente dont la solidité paraît de nature à garantir la sécurité du passage jusqu'à l'achèvement de l'important travail dont nous venons de parler, et sur lequel nous aurons occasion de revenir avec plus de détail.

---

## EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

---

**Travaux et mesures préparatoires.** — Les voies et moyens employés pour hâter l'achèvement des grands ouvrages que l'on poursuit en ce moment au Champ de Mars étant l'objet de l'attention générale, il importe, selon nous, que les détails publiés sur cette remarquable entreprise aient au moins le mérite de l'exactitude. Sous ce rapport, une récente visite au palais de l'Exposition nous a permis de recueillir sur place quelques nouvelles indications qui ne manqueront pas sans doute d'intéresser nos abonnés.

Dans le dernier numéro des *Annales du Génie civil,* nous avons mentionné la principale galerie inférieure d'aérage qui régnera sur tout le pourtour du palais de l'Exposition et dont les murs de fondation étaient arrivés à la hauteur de la plateforme, sur une grande partie de leur développement. Nous pouvons ajouter aujourd'hui que ces murs, ainsi que les piliers intérieurs qui doivent supporter les voûtes de la galerie d'aérage, toucheront bientôt à leur achèvement. On a même commencé à disposer les cintres en bois, très-surbaissés, destinés à recevoir les voûtes construites en béton aggloméré du système Cognet. La pose des entretoises en fonte reliant ces voûtes de distance en distance et renforçant la galerie des machines est terminée sur la moitié du pourtour des fondations et se continue activement, sans qu'il soit nécessaire, pour mettre en place ces pièces assez lourdes, d'employer un appareil spécial de levage, le système de glissement sur madriers et rouleaux en bois ayant suffi jusqu'à présent pour cette opération. Enfin, sur quelques points, on a déjà disposé à pied d'œuvre un assez grand nombre de voussoirs en pierre de taille destiné à former les prises d'air adhérentes à la galerie d'aérage.

Toutes les autres maçonneries de fondations sont à peu près arrivées au niveau



de la plate-forme, c'est-à-dire au point où elles devaient s'arrêter en principe pour recevoir les colonnes et autres ferrements destinés à supporter le faîtage. Mais en cours d'exécution ces dispositions ont été modifiées, en partie, dans l'intérêt sans doute d'une rigidité plus parfaite de l'édifice et de l'aménagement général de l'ensemble des constructions. On sait, en effet, qu'une ossature métallique devait seule former, en élévation au-dessus du sol, la partie solide du système de galeries concentriques affectées aux diverses industries et de galeries rayonnantes spécialement appropriées à chaque nation, mais tout en maintenant les premières prévisions du projet en ce qui concerne le système de construction de galeries *rayonnantes*, il paraît avoir été décidé qu'il serait apporté, dans la disposition de quelques-unes des galeries concentriques, certaines modifications qui ne changeront rien d'ailleurs au périmètre général du palais [1].

Les deux murs de la galerie archéologique notamment, qui correspondent à des rayons ou distances du centre, de 50 et 35 mètres, vont être surélevés à $13^{m},50$ sur tout leur développement, à partir du niveau de la plate-forme. L'épaisseur de ces murs ($0^{m},80$ à la base) sera réduite à $0^{m},60$ au sommet. Ces deux corps saillants de maçonnerie, outre l'usage qui pourra en être fait au point de vue de l'installation décorative intérieure, formeront sans doute les principaux appuis du faîtage général de l'édifice. Ils laisseront entre eux une largeur libre d'environ 15 mètres pour la galerie archéologique qui nous paraît devoir être l'une des principales artères de la circulation du palais. C'est au parement extérieur de l'un de ces murs (celui distant de 50 mètres) qu'est adossé, dans la fouille de fondation, le petit égout collecteur de ceinture, dont nous avons précédemment parlé, lequel aboutira lui-même à l'ancien canal souterrain de la ville, qui traverse le Champ de Mars sur toute sa longueur.

Un troisième mur parallèle aux deux précédents, et placé au rayon de 26 mètres, s'élèvera également jusqu'à une hauteur de $13^{m},50$. On en prépare actuellement les fondations.

Enfin les deux murs principaux du pourtour s'élevant au-dessus des murs de fondations de la galerie d'aérage atteindront une hauteur de 7 mètres. Cette disposition, motivée sans doute par des raisons de service intérieur, complétera d'ailleurs avec avantage le système d'appui rigide du comble général du palais.

Les lignes de fondations, s'arrêtant à la plate-forme, sont renforcées par les massifs équidistants qui supporteront les colonnes; et dans quelques-uns desquels on a déjà encastré les poteries d'écoulement des eaux.

On voit donc qu'une part considérable a été faite à la maçonnerie dans cette immense construction. Du reste, les précautions les plus attentives sont employées pour assurer de la manière la plus complète la solidité des murs. Les moellons gelifs sont rejetés avec soin. Le ciment a été substitué à la chaux, même pour les grosses maçonneries; enfin les remblais formant la plate-forme, dans l'emplacement compris entre les murs, sont en sable, arrosé et pilonné par couches de dix centimètres, ce qui rendra la poussée moins forte et préviendra les tassements des remblais, et par suite la déformation des planchers et des bitumes formant le sol

1. Ce périmètre n'affecte pas, comme beaucoup de personnes le pensent, la forme d'une ellipse régulière, mais celle d'un rectangle central terminé par deux demi-cercles, ayant leur flèche dirigée, d'un côté vers l'École Militaire, et de l'autre côté vers la Seine.

D'après un plan à petite échelle que nous avons sous les yeux, le Champ de Mars présente une longueur de près de 960 mètres, entre l'avenue de Lamothe-Piquet (École Militaire) et le quai d'Orsay (Seine), et une largeur d'environ 500 mètres, soit en totalité une superficie de 480,000 mètres, ou 48 hectares. Le palais de l'Exposition, placé au centre de ce vaste emplacement, occupera à lui seul, non compris les jardins extérieurs, avenues et annexes, une surface de 3/8 de l'étendue totale.

des galeries. Ces dispositions sont élémentaires sans doute pour des ouvrages de cette importance, mais elles ont au moins ici le mérite d'être exactement observées au grand profit de la solidité générale du monument.

Au moment de notre visite, il n'y avait pas moins de 140 compagnons maçons disséminés sur l'ensemble du chantier; chacun de ces ouvriers, aidé de deux ou trois manœuvres, peut faire de deux à deux mètres et demi de maçonnerie par jour; mais comme il y a sans doute des intermitteuces et des interruptions de journée, on doit se borner à évaluer, en moyenne, l'avancement quotidien des murs de 280 ou 300 mètres cubes, y compris 50 mètres de bétons agglomérés du système Cognet.

Le sable servant aux remblais de la plate-forme est extrait des hauteurs du Champ de Mars, du côté de l'École Militaire, et transporté sur place par des wagons roulant sur un chemin de fer de service qui fait à peu près le tour du chantier.

La partie inférieure du Champ de Mars, du côté de la Seine, est sillonnée de charrettes et de tombereaux, qui au nombre de 520 à 540 (représentant 720 mètres cubes de remblais par jour) viennent niveler au moyen de terres provenant des décharges publiques l'emplacement où seront établis les jardins, avenues, bâtiments divers et autres aménagements du dehors. Le mouvement journalier des terrassements pour l'intérieur du chantier s'élève à environ 1,300 mètres cubes au wagon, 320 mètres au tombereau, et 150 mètres à la brouette [1].

Quant à l'emplacement du square ou jardin intérieur ménagé au centre du palais, où il n'y a à faire aucune installation urgente motivant une mise à l'œuvre immédiate, il a été pour le moment converti en un grand chantier d'approvisionnement, où l'on tient en permanence un dépôt de 6 à 7,000 mètres cubes de moellon, qui forme comme le grenier d'abondance de cette vaste construction, dont l'édification est si grandement favorisée par la clémence d'un hiver qu'on pourrait appeler providentiel.

PALAA.

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

### des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

**Disque compteur** de M. Sonne, inspecteur des chemins de fer de Hanovre, par MM. HOYER, etc.

(Planche 11.)

Le premier moyen que l'homme emploie pour compter avec la main consiste dans l'emploi de ses dix doigts. A l'aide de ce procédé on parvient à faire les opérations les plus simples; mais aussitôt qu'il s'agit de calculs un peu compliqués, on ne peut plus s'en servir et il faut chercher d'autres moyens. On sait que dans les

1. D'après une note récente insérée au *Moniteur*, le cube des remblais provenant des décharges publiques s'élevait, au 15 janvier 1866, à 80,000 mètres, et celui des fouilles exécutées dans le Champ de Mars, à 100,000 mètres, soit 180,000 mètres pour le mouvement des terres déjà effectué pour l'établissement de la plate-forme du palais et pour le nivellement du Champ de Mars. A la même époque, on avait fait plus de la moitié des maçonneries nécessitées par les fondations, les égouts et les galeries souterraines d'aérage. Le cube total atteignait, le 15 janvier, 16,000 mètres.



écoles, par exemple, on emploie le calcul de tête, les tableaux à compter, les appareils à boule. Le premier moyen n'a encore qu'un usage limité, le second peut servir dans un plus grand nombre de cas, mais tous ceux qui se sont servis de ce procédé savent combien il est long, pénible, et, de plus, fécond en erreurs [1]. On a été, par suite, conduit à imaginer des moyens mécaniques pour compter, et le nombre des machines inventées dans ce but est considérable. M. Rühlmann, dans son *Traité de machines*, en donne une liste complète.

Les premières machines à calculer n'étaient pas disposées de manière à éviter le principal inconvénient des calculs ordinaires, la perte de temps. Les anciennes planchettes à calcul employées en Allemagne, les machines à calculer des Russes et des Chinois ont malheureusement cet inconvénient, de faciliter tellement les opérations que les plus ignorants pouvaient les effectuer. Il en résulte alors que l'on rencontre encore de nos jours, en Russie, un grand nombre de gens qui ne savent calculer qu'avec la machine.

Les machines à calculer servent en général dans les cas spéciaux et ne peuvent convenir aux usages habituels. Une machine, pour répondre à tous les besoins, doit aussi permettre de calculer vite, et à ce point de vue le disque compteur de M. Sonne mérite une attention toute spéciale.

Les opérations les plus longues dans les calculs ordinaires sont la multiplication, la division, l'élévation aux puissances et l'extraction des racines; c'est à ces opérations que le disque compteur est destiné.

Le principe sur lequel il est fondé n'est pas nouveau, c'est celui de la règle à calculs que l'on emploie en Angleterre et en France. C'est une représentation graphique des logarithmes de la suite naturelle des nombres. Au lieu de chercher les logarithmes dans les tables et de les combiner par voie d'addition ou de soustraction, ce qui correspond à la multiplication ou à la division, on obtient le résultat en faisant glisser les échelles l'une sur l'autre. Dans la règle à calculs les divisions logarithmiques sont tracées sur une échelle linéaire; dans le disque compteur de M. Sonne, elles sont portées sur un anneau qui reçoit un mouvement de rotation. Déjà, en 1854, M. Prestel avait proposé un disque arithmétique qui, en outre des échelles logarithmiques de l'appareil de M. Sonne, portait des divisions trigonométriques, et était destiné à la résolution des calculs nautiques. Les deux appareils de MM. Prestel et Sonne ne diffèrent pas quant aux principes, mais bien quant à la construction et l'usage. Dans celui de M. Prestel, la moitié seulement de la circonférence était graduée.

La disposition circulaire des divisions logarithmiques présente des avantages marqués. Ce fait, que le commencement et la fin de la division coïncident, permet de n'employer que la moitié des divisions nécessaires sur les échelles rectilignes; de plus, grâce à cette disposition, on peut faire, sans s'arrêter, une série de multiplications et de divisions. Cette nouvelle forme est susceptible d'une plus grande précision dans la division et dans la lecture, l'appareil est bien plus portatif, car tandis que l'échelle d'un petit disque a 22 centimètres, et le plus grand 38 centimètres, la règle à calcul anglaise n'a que 14 centimètres, d'où il résulte que le disque présente de 1 1/2 à 3 fois plus d'exactitude. Une règle à calculs aussi exacte que le disque grand modèle devrait avoir 81 centimètres, ce qui en rendrait l'usage impossible. En outre, le nouvel appareil [2] présente sur la règle anglaise un avantage encore très-marqué, qui consiste dans l'emploi d'un index C qui sert à fixer le nombre

1. Les Chinois se servent de procédés analogues, petites tablettes ou boules, et calculent, paraît-il, avec une rapidité et une exactitude surprenantes.

2. En France la règle à calculer a été perfectionnée par M. Manhein, qui l'a munie d'un curseur servant d'index.



et à le lire plus facilement, et d'un cadran indicateur dont l'usage se comprend facilement par ce qui suit.

MM. Landsberg et Parisius, de Hanovre, fabriquent des disques compteurs de différentes grandeurs, ainsi qu'on le voit par les figures 1 à 8 qui les représentent en grandeur naturelle.

Les fig. 1 et 2 sont la coupe et la projection horizontale du grand modèle avec l'index et l'indicateur. Il suffira de décrire le grand modèle, car le petit en diffère peu.

Un disque fixe A est entouré d'un anneau B qui tourne autour de lui. Les deux disques sont assemblés à rainures, et leurs surfaces supérieures sont exactement dans le même plan. Le disque et l'anneau reposent tous deux sur un troisième disque ou plateau F qui leur sert d'appui et qui porte trois petits pieds *m*. Le disque A est fixé solidement au plateau F, tandis que l'anneau B peut tourner librement autour du disque A. Pour plus de commodité on a adapté trois petits boutons *z* à l'anneau afin de le saisir. En travers sur le disque, et mobile autour du même centre, se trouve l'index C qui fait un peu ressort, de manière que le curseur *n* s'appuie à la fois sur le disque et sur l'anneau en frottant légèrement. C'est ce curseur *n* qui forme la ligne de foi. Les extrémités relevées KK servent à le tenir pour le manœuvrer. En *c*, l'index porte une vis qui forme doigt et qui entraîne une roue à dix dents D, placée entre le plan de l'index et celui du disque. Quand l'index fait un tour, cette roue marche donc du dixième de sa circonférence, c'est-à-dire d'une dent. Au-dessous du disque A et solidement fixée à la roue D se trouve un second disque $D_1$ qui tourne avec D et qui porte dix numéros répondant aux dix dents de la roue D. Ces chiffres montrent le nombre de tours que l'on a fait faire à l'index soit dans un sens, soit dans l'autre. On peut les voir par un trou O que porte le disque A. Un ressort ponctué dans la fig. 1 s'appuie sur la tranche de la partie inférieure de la roue $D_1$ et l'empêche de tourner plus qu'il ne convient.

Le disque et l'anneau, comme on le voit dans la fig. 1, sont divisés de la même manière, et ces divisions sont proportionnelles aux logarithmes des nombres. Les arcs qui se succèdent diminuent de plus en plus au lieu de rester égaux. Il en résulte que les graduations ne se font pas partout de la même manière. Entre 1 et 2, par exemple, il y a 10 fois 10 ou 100 traits, tandis qu'entre 8 et 9 ou 9 et 10, il n'y en a que 20. Comme on ne peut prendre ou lire un nombre rapidement et avec certitude qu'en connaissant bien la graduation, on doit d'abord l'étudier avec soin.

Pour s'orienter facilement, on a marqué le point de départ des deux divisions d'un trait noir *p*, *p*, qui répond au chiffre 1, et le bouton qui leur correspond est beaucoup plus gros que les deux autres.

La division entière se partage en 9 parties principales indiquées par les nombres 1, 2... 9, placés au milieu des parties auxquelles ils répondent. Ces parties sont séparées par les chiffres 1, 2..., 9 gravés un peu plus gros. C'est sur cette division qu'on doit chercher les nombres d'un seul chiffre, c'est à dire de 1 à 9.

Les nombres de deux ou plusieurs chiffres se cherchent dans les autres divisions. Ces arcs sont divisés chacun en dix parties suivant le système décimal, et ces petites divisions sont elles-mêmes partagées en dix parties. On peut ainsi prendre un nombre de trois chiffres; quant au quatrième chiffre, on le prend à vue et avec une exactitude qui suffit. Si l'on veut, par exemple, avoir le nombre 1725, le chiffre gravé 1, à gauche, donne le premier chiffre, c'est dans la première des neuf divisions qu'il faut lire. Le deuxième chiffre 7 du nombre se lit sur le second cercle entre les gros chiffres 1 et 2. Le troisième chiffre indique que, entre les traits 7 et 8, il faut prendre le deuxième, et le quatrième chiffre 5 montre qu'il faut encore prendre $\frac{5}{10}$ ou la moitié de la division comprise entre les traits 2 et 3. Cette dernière déter-

mination se fait au moyen de l'œil, car on n'a pas pu prolonger assez la division. Avec un peu d'habitude on arrive à une exactitude suffisante. En suivant ces indications on voit facilement que, dans la fig. 1, l'index et son curseur sont amenés à indiquer le nombre 1216, et dans la fig. 3, le nombre 507.

En cherchant un nombre de cette manière, il faut avoir égard aux remarques suivantes : si, dans le calcul avec les nombres décimaux il faut apporter une grande attention à la place de la virgule et la mettre dans le résultat à la place qu'indiquent les règles, ici, dans la recherche et la lecture des nombres, on ne s'en préoccupe nullement, aussi le nombre de la fig. 1 est aussi bien 1216 que 121600 ou 12,16. De même le curseur de la fig. 3 est arrêté au nombre 507 ou 50,7, 5,07.

Le disque compteur donne donc, comme dans les opérations sur les fractions décimales, la suite des chiffres; quant à la valeur du résultat, qui dépend de la place de la virgule, pour l'obtenir, il faut faire une seconde opération. Avant d'en parler il convient de montrer comment, avec le disque compteur, on peut faire la multiplication, la division, l'élévation aux puissances et l'extraction des racines. Il suffit pour cela de quelques règles que chacun peut facilement retenir et qui ne présentent aucune difficulté pour celui qui connaît les logarithmes.

On sait qu'à l'aide des logarithmes la multiplication se transforme en une addition; il faudra donc ici ajouter non pas les deux logarithmes, mais les deux arcs qui les représentent, ce qui se fait en les plaçant à la suite l'un de l'autre. Comme cela revient à une opération mécanique, il faut l'éclaircir par un exemple : soit 17 à multiplier par 23. On ajoute à la longueur de l'arc qui répond au nombre 17 l'arc qui répond au nombre 23. On cherche alors, comme on l'a dit plus haut, le nombre 17 et l'on y amène le point origine de l'anneau. On cherche ensuite sur l'anneau le nombre 23; alors l'arc du disque compris entre l'origine et le point qui répond au nombre 23 de l'anneau représente le produit. En effet, on lit à cet endroit du disque le nombre 391. Si l'on a à multiplier des nombres terminés par des zéros, on ne s'en préoccupe pas et on les ajoute à la suite du produit. Ainsi, si l'on veut multiplier 270 par 5000, on cherche 27 sur le disque et on y amène l'origine de l'anneau, puis on cherche 5 sur l'anneau, et au point correspondant du disque on lit 135, qui est le produit; on y ajoute maintenant les quatre zéros, et le produit devient exact.

Si le produit comprend plus de deux facteurs on commence comme il vient d'être dit avec deux facteurs, et on répète l'opération autant de fois qu'il y a de facteurs; tous les arcs qui représentent les nombres s'ajoutent ainsi et le résultat se lit sur le disque fixe. Veut-on savoir, par exemple, quelle est, en mètres, la circonférence qui a 2,7 pieds de Hanovre, sachant que le pied de Hanovre vaut 0,292 mètres, on a $3,14 \times 2,7 \times 0,292$. On amène le 1 de l'anneau sur le 27 du disque et l'on conduit le curseur 314 de l'anneau. Le curseur marque ainsi un point sur le disque, on y amène le 1 de l'anneau et l'on pousse le curseur sur la division 292 de l'anneau, ce qui correspond au résultat 2476 qu'on lit sur le disque. Un calcul exact donne 2475576. Évidemment le nombre des décimales du produit est égal à celui des facteurs, on a donc pour résultat 2,475576. Avec le disque compteur on aurait trouvé 2,476 mètres, ce qui amène une erreur d'un demi-millimètre, ce qui est tout à fait négligeable. Si l'on veut maintenant évaluer la surface de ce cercle, on amène le 1 de l'anneau sur 2476 du disque et l'on pousse le curseur sur 194 (parce qu'il faut multiplier maintenant par le quart du diamètre), et le disque donne 48. Le calcul donnerait 0,4803 mètres carrés, le disque donne 0,48. L'ingénieur le plus scrupuleux négligerait la différence.

La division au moyen des logarithmes se change en une soustraction, et il suffit de retrancher le logarithme du diviseur de celui du dividende. Ici on retranche de l'arc qui répond au dividende celui qui répond au diviseur, l'arc restant sera

celui qui représente le quotient. On manœuvrera l'anneau et l'index en sens inverse de ce que l'on a fait pour la multiplication. Soit à diviser, par exemple, 221 par 17. On cherche 221 sur le disque et on tourne l'anneau jusqu'à ce que le nombre 17 soit en coïncidence avec le 221 du disque. Le nombre du disque qui répond au nombre 1 de l'anneau représente le quotient, on trouve ici 13. Soit à réduire $\frac{11}{17}$ en fraction décimale. On cherche 11 sur le disque, 17 sur l'anneau, et on amène les deux points en coïncidence. Le nombre du disque qui répond au 1 de l'anneau donne le résultat 647. La fraction est alors 0,647, un calcul plus exact donne 0,647058.

Soit encore à diviser deux fractions décimales 0,008037 par 0,0423. On ne s'occupe que des chiffres significatifs et l'on opère comme si l'on voulait diviser 8037 par 423. On cherche alors 8037 sur le disque, 423 sur l'anneau, on amène les deux nombres en coïncidence et sous le 1 de l'anneau, on lit 19 sur le disque. Ce nombre 19 précédé d'un zéro donne 0,19 qui est le quotient.

Si l'on a plusieurs diviseurs, on répète l'opération qui vient d'être décrite aussi souvent que le nombre de diviseurs l'exige, en employant le quotient comme nouveau dividende.

Par ce qui précède on voit que l'on peut faire, sans la moindre peine, une série de multiplications et de divisions, et cela sans aucune interruption. La seule règle à suivre est celle-ci : dans la multiplication, l'anneau et l'index tournent toujours vers la droite, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre, tandis que pour la division le mouvement se fait en sens inverse. Le premier nombre (facteur ou dividende) se lit toujours sur le disqne ainsi que le résultat final. Les autres nombres (facteurs ou diviseurs) se comptent sur l'anneau. D'après cetterègle on opérera aussi les opérations combinées, c'est-à-dire celles qui comprennent des multiplications et des divisions.

L'élévation aux puissances ne présente aucune difficulté, puisqu'on la considère comme une série de multiplications avec des facteurs égaux. Soit 15 à élever à la troisième puissance, on cherchera $15 \times 15 \times 15$.

Si l'on se souvient que $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$ on voit de suite alors comment on devra s'y prendre pour l'extraction des racines, car si l'on pose $\sqrt[n]{a} = c$, on aura $a^{\frac{1}{n}} = c$ et en passant aux logarithmes $\frac{1}{n}$ log. $a = c$. Alors pour obtenir la racine $n^{\text{ième}}$ d'un nombre, il suffit de partager en $n$ parties le logarithme de ce nombre, ce qui change l'extraction d'une racine en une simple division. Ce principe appliqué sur le disque compteur revient à partager l'arc qui représente le logarithme du nombre en autant de parties qu'il y a d'unités à l'indice de la racine. Comme dans les usages les plus habituels on n'a à calculer que des racines carrées, le disque compteur est disposé pour cela, c'est-à-dire qu'il n'a pas d'échelle pour la division des arcs. On peut extraire une racine carrée, et pour cela partager un arc en deux parties égales de la manière suivante : on amène l'index et son curseur sur le nombre dont on veut extraire la racine, et on évalue par un calcul de tête la partie entière de la racine. Après cela on tourne l'anneau jusqu'à ce que le point 1 de sa division partage en deux parties égales l'arc du disque qui répond au nombre donné. Le nombre du disque qui correspond au point 1 de l'anneau est la racine cherchée. Soit, par exemple, à extraire la racine carrée de 500, on sait qu'elle est comprise entre 20 et 30. On amène donc le curseur de l'index sur le 5 du disque et le 1 de l'anneau entre 2 et 3 du disque. On tourne l'anneau par tâtonnement jusqu'à ce que l'origine de l'anneau ou le point 1 partage en deux parties égales l'arc de 1 à 5 du

disque, ce que l'on reconnaît lorsque le 5 du disque correspond à un nombre de l'anneau précisément égal à celui qu'indique sur le disque le 1 de l'anneau. Ici on trouve pour racine 2236, par suite 22,36 est la racine cherchée.

La seconde partie du problème consiste à déterminer, comme on l'a déjà vu, la valeur relative des nombres donnés par le disque, c'est-à-dire la place de la virgule.

Dans la plupart des cas cette détermination se fait avec la plus grande facilité, parce qu'on voit en général si l'on a au résultat des dizaines, des centaines, des mille, etc. Quand on a à calculer une longueur, on n'est presque jamais en peine pour savoir s'il doit y avoir ou non un, deux, etc., chiffres à la partie entière. C'est pour cette raison qu'il a paru superflu d'adapter aux petits disques compteurs un cadran indicateur qui sert dans les grands à faire connaître la caractéristique ou la partie entière. Cet indicateur a déjà été décrit.

La caractéristique ou partie entière est, comme on sait, le nombre qui, augmenté d'une unité, fait connaître le nombre de chiffres du nombre donné. Les nombres de 1 à 9 ont ainsi pour caractéristique 0, ceux de 10 à 99 ont 1, de 100 à 999 ont 2, etc., etc. Les fractions décimales ont des caractéristiques négatives; de 0,9 à 0,1, c'est — 1, de 0,09 à 0,01 c'est — 2, etc. Si le premier chiffre significatif se trouve ainsi au premier, au second ou au troisième rang après la virgule, la caractéristique est — 1, — 2, — 3, etc. D'après ce principe on déduit, pour la détermination de la caractéristique, la règle suivante :

On commence par disposer la roue de l'indicateur D de manière que le 0 du cercle D' soit visible, et on cherche le nombre comme il a été dit plus haut. On trouve la caractéristique du produit en ajoutant les caractéristiques des facteurs et le nombre que l'on voit sur le cadran de l'indicateur. Pour la division on retranche les caractéristiques, et on ajoute aussi le nombre lu sur le cadran indicateur. Si, dans un problème, il y a à la fois des multiplications et des additions, on retranche de la somme des facteurs du dividende la somme des facteurs du diviseur, puis l'on ajoute à cette différence le nombre donné par le cadran de l'indicateur. L'addition du nombre donné par le cadran peut être positive ou négative, c'est-à-dire se changer en soustraction, cela dépend de la nature de la question, et on le voit de suite sur le cadran, car on a gravé le signe plus et le signe moins. Soit par exemple à calculer l'expression suivante :

$$\frac{2,37 \times 150 \times 0,0021 \times 5,62}{266 \times 0,072 \times 9,1} \times \frac{1}{17} \times 0,375.$$

On amène le 1 de l'anneau sur le nombre 237 du disque, le curseur sur le 15 de l'anneau, et on tourne l'anneau sur la droite jusqu'à ce que le 1 soit au curseur. On reporte le curseur sur le 21 de l'anneau, puis le 1 de l'anneau sous le curseur, celui-ci sur le 562 de l'anneau et enfin le curseur sur le 375 de l'anneau. Ce point indiqué ainsi est le 1573 du disque. On amène à ce point le 266 de l'anneau et l'on tourne le curseur vers la gauche sur le 1 de l'anneau; on ramène sous le curseur le 72 de l'anneau, puis on pousse le curseur sur le 1 de l'anneau, toujours vers la gauche, on tourne l'anneau de manière à amener sous le curseur le nombre 91 de l'anneau, puis le curseur sur le 1 de l'anneau et le 17 de l'anneau sous la précédente position du curseur. Sur le disque on trouve le nombre 531. Pour terminer, il reste à connaître dans ce nombre la place de la virgule. Les caractéristiques des facteurs du dividende sont 0, 2, —3, 0, 0, —1, dont la somme est — 2. Le diviseur composé des facteurs 266, 0,072. 9,1. 17 présente les caractéristiques 2, — 2, 0, 1, dont la somme est + 1. On retranche ce dernier nombre + 1 du premier — 2 et on obtient — 3 auquel il faut ajouter le nombre montré par le cadran indicateur. Ce dernier nombre est — 1, ce qui donne — 4 pour caractéris-



tique finale. Le nombre définitif sera donc 0,000531. Quoique cette opération soit longue à décrire, elle est très-simple à faire.

On voit, par ce qui précède, combien il est facile de se servir de l'instrument de M. Sonne pour faire les calculs habituels. Il ne peut pas pourtant remplacer les machines à calculs qui sont destinées à faire les opérations numériques compliquées dans lesquelles les résultats doivent être très-exacts. Le disque compteur les complète, et il est susceptible de servir dans une foule de cas où les grandes machines ne pourraient servir.

On a vu par quelques exemples rapportés plus haut à quel degré d'exactitude on peut arriver. On ne peut pas aller très-loin naturellement, car la lecture et la coïncidence amènent des erreurs inévitables. Dans les disques de grand modèle elle atteint rarement $\frac{1}{10}$ pour cent, et dans les plus petits $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ pour cent. Dans les calculs nécessités par les opérations industrielles, cette précison est bien suffisante. Le menuisier ne compte pas par centièmes de pouces, le forgeron, le serrurier par dixièmes de millimètres. Ils ne travaillent pas avec le microscope. Le physicien et le mécanicien, qui marchent toujours avec une armée de coefficients plus ou moins sûrs, se contentent des opérations abrégées pour la multiplication et la division.

Il faut mentionner encore la facilité avec laquelle le disque compteur peut servir pour opérer les conversions des mesures de longueur, de poids ou des monnaies. A ce point de vue, le disque doit être principalement cher aux Allemands, qui possèdent un si grand nombre de systèmes de mesures. Cette complication est très-nuisible à la science et à ses applications, aussi a-t-elle causé de nombreuses erreurs. Le marchand qui est en relation avec un grand nombre de pays est obligé de perdre beaucoup de temps à faire ces conversions de mesures. La comparaison des divers thermomètres, des alcoomètres et des diverses échelles aréométriques se fait encore très-facilement avec le disque compteur sans qu'il soit nécessaise de connaître autre chose que la méthode de réduction de l'unité.

Si l'on place le 1 de l'anneau sous le 2 du disque, on voit que les nombres du disque sont tous deux fois plus grands que ceux de l'anneau. Si, au contraire, on met le 2 de l'anneau sous le 1 du disque, tous les nombres du disque sont divisés par 2. Ce qui vient d'être dit pour 2 est général et peut se dire d'un facteur quelconque. Dans la fig. 4, le 1 du disque correspond à 314 de l'anneau, tous les nombres de l'anneau sont, par suite, 314 fois plus grands que ceux du disque, mais $\frac{1}{3,14}$ est le rapport du diamètre à la circonférence. Chacun des nombres du disque représentant des diamètres, les nombres correspondants de l'anneau donnent les circonférences. Le disque ainsi disposé est une véritable table de circonférences où l'on peut lire tous les nombres avec la plus grande facilité et sans feuilleter de volumineuses tables. Ainsi 1 pied hanovrien vaut 1,015 pieds de Hesse si l'on met le 1 de l'anneau sur le 1,015 du disque, on aura une table de comparaison de ces deux mesures. Si l'on a une série de volumes exprimés en mètres cubes, on peut les transformer en pieds cubiques de Prusse. Il suffit pour cela d'amener le 1 de l'anneau sur le 309 du disque, parce que 1 pied cube de Prusse vaut 0,0309 mètres cubes. On voit par là que cet instrument peut servir dans un nombre considérable de problèmes.

La valeur du disque compteur dépend de l'exactitude de sa graduation. Le moindre défaut dans la graduation ou dans le centrage du disque et de l'anneau amène des erreurs qui peuvent être notables, mais les fabricants ont fait tout ce qu'il était possible de faire pour construire un bon instrument. Tous les exemples cités plus haut ont été vértfiés sur un disque compteur de petit modèle de six cen-



timètres de diamètre, dont les divisions sont faites sur papier au moyen de la lithographie. Non-seulement les fabricants ont fait construire des disques compteurs en métal sur lesquels les divisions sont gravées, mais on en trouve aussi en carton. Les premiers sont plus solides, plus durables, mais aussi plus chers, les autres peuvent être livrés à un prix assez peu élevé, malgré la difficulté du centrage. Les divisions sont reportées par la lithographie sur le papier, et l'on a pris le plus grand soin pour que celui-ci ne s'étende pas dans cette opération.

Quant à la forme extérieure, elle varie suivant l'usage que l'on veut faire du disque. Les fig. 1 et 2 représentent en grandeur naturelle le disque grand modèle avec pieds pour le poser sur une table. L'instrument de la fig. 5 a la forme d'une boîte pour mettre dans la poche, celui de la fig. 6 est muni d'une poignée représentée en pointillé dans la fig. 3, il est destiné à être tenu à la main. La fig. 7 représente le disque sous la forme la plus commode pour poser sur une table, son poids lui donne de la solidité, les mouvements de l'anneau et de l'index se font facilement et de la main gauche, tandis qu'on se sert de la main droite pour écrire le résultat. La fig. 8 représente une autre forme de disque compteur.

Le disque compteur de M. Sonne est donc très-bien disposé pour tous les besoins des calculateurs. Quant à son prix, il est bien peu élevé si l'on considère la difficulté de la graduation. En carton, le disque vaut de 2 à 11 francs, et en métal de 15 à 38 francs. Pour les écoles on construit un modèle qui a 60 centimètres de diamètre avec des divisions sur métal verni; son prix est de 45 francs.

(*Mitth. des. Gew. Vereins.*)

*Note du comité de rédaction.* — A ces remarques et à ces développements de M. Hoyer nous ajouterons quelques observations critiques. L'extraction de la racine cubique est une opération qui se présente encore assez souvent dans les applications pour qu'il soit à regretter que M. Sonne n'ait pas cru devoir adapter à son disque une division qui eût permis de pratiquer rapidement cette opération. Il eût suffi pour cela d'un cercle intérieur divisé en parties égales, en 100 parties par exemple. La lecture sur ce cercle se serait faite très-facilement au moyen de l'index, et il aurait pu servir à extraire même les racines d'indice supérieur à trois, car on sait qu'il suffit de diviser la longueur qui représente le logarithme du nombre donné par l'indice de la racine. Peut-être la partie centrale aurait-elle pu aussi recevoir des échelles de sinus et de tangentes, ce qui eût étendu l'usage du disque compteur.

**Nettoyage de la carène des navires en fer à la mer,** par M. J. Harrison.

Depuis que l'on a substitué le fer au bois dans la construction des navires, on n'a jamais mis en question les avantages du fer, et si l'on avait pu trouver quelque moyen d'empêcher les animaux marins d'y adhérer, ou, s'il avait été possible, de le recouvrir avec du laiton ou du cuivre afin d'en empêcher la destruction, les navires en bois ne seraient plus que des curiosités du temps passé, et la méthode mixte employée de nos jours, qui consiste à employer le fer pour l'intérieur, et le bois pour les bordages, n'aurait pas vu le jour. Bien que les navires de bois de la vieille Angleterre aient eu longtemps la suprématie, le fer, quoique moins pratique, est la matière la plus pratique des deux.

Le développement et les progrès de la construction des navires en fer est considérable en Angleterre. Pendant l'année 1851, on a construit sur la Clyde 41 navires en fer de 25,322 tonneaux. Pendant les sept années qui finissent en 1862, le nombre des navires en fer construits à Glasgow, Greenock et Dumbarton s'élève à 636, et leur tonnage à 377,176 tonneaux, ce qui fait en moyenne 91 navires par an. En 1862 on a construit 122 navires portant 70,000 tonneaux. En 1863, on en a lancé 170 et

en 1864, 205 portant 179,508 tonneaux et 27,205 chevaux. Beaucoup de ces navires naviguent au long cours, mais une grande partie parcourt la Clyde, et sur une longueur de 20 milles ses bords sont garnis d'une file de navires qui emploient 20,000 hommes sur une population de 100,000 âmes.

Cette statistique rapide a pour but de montrer de quelle importance est une invention destinée à faciliter la navigation des bâtiments en fer, car on sait que dans notre âge de fer la vitesse est du temps, et le temps de l'argent.

Il n'est pas nécessaire d'énumérer ici les différents procédés employés pour remédier au grand défaut des navires en fer, à savoir leur facilité à se recouvrir d'animaux marins de diverses espèces mais surtout de deux, le *Pentalasmis anatifera* des savants et le *Acorn shell* ou *Balane*, appartenant tous deux à la classe des cirrhipèdes, à cause des cirrhes ou bras ciliés qui forment leur caractère distinctif. Le premier est nommé *pantalasmis* ou à cinq pièces parce que sa coquille est composée de cinq parties distinctes, arrangées d'une manière fort originale, entre lesquelles passent les cirrhes. Outre ces animaux, les frondes de plusieurs espèces de plantes marines s'attachent aux flancs du navire, et en retardent les mouvements par suite de la résistance qu'elles opposent à l'eau.

On a employé des peintures de toute espèce pour empêcher, sur les carènes, l'accumulation des animaux ou des plantes. On les a mélangées avec de la graisse dans le but sans doute de les rendre assez lisses pour empêcher les anatifes d'y adhérer. On a employé aussi des poisons plus ou moins actifs, et le règne minéral comme le règne végétal ont été épuisés sans succès. Aucun d'eux, en effet, n'a pu subir l'épreuve d'un voyage de dix à douze mois dans les latitudes australes. Pour la balane, il n'y a pas de poison qui l'empêche d'adhérer. C'est par la coquille que l'animal s'attache au navire, contre lequel il bâtit une espèce de mur calcaire auquel il adhère fortement et avec une telle épaisseur que le poison le plus violent ne peut le traverser.

Les balanes ont été décrites par les naturalistes comme des animaux dépourvus de têtes et d'yeux, jusqu'à ce que les travaux de Darwin eussent prouvé que c'était une erreur, et qu'ils avaient deux yeux couverts d'une coquille adhérente. Ils sont hermaphrodites, extrêmement prolifiques, car, même dans les latitudes nord, l'espace compris sur les rochers, entre le niveau de la pleine mer et celui de la basse mer, sont complétement recouverts de balanes. Dans nos contrées elles sont assez petites, mais dans les régions tropicales elles sont énormes, et là comme ici, elles prennent possession du rivage et couvrent tout ce qui les entoure jusqu'à ce que le roc, la pierre, le poteau ou la carène du navire soient garnis d'une colonie de ces industrieux pêcheurs. On ne trouve pas de balanes à de grandes profondeurs. C'est seulement entre le niveau de haute mer et celui de basse mer, et à quelques mètres au-dessous qu'elles abondent, et, par conséquent, ce n'est pas lorsque le navire navigue en pleine mer qu'elles s'attachent à lui, mais seulement quand il est en relâche dans des eaux peu profondes. On reconnaît que les grandes balanes sont mortes et que leurs coquilles sont vides quand on examine le navire au retour d'une campagne, et qu'elles meurent aussitôt que le navire gagne les eaux profondes.

La question qui se présente est celle-ci : Peut-on faire quelque chose pour les empêcher de s'attacher aux flancs du navire, ou bien peut-on les empoisonner lorsqu'elles y sont attachées? Dans ces myriades de coquilles de balanes circulent une énorme quantité de Sessilies qui troublent la mer autant qu'une nuée de sauterelles peut obscurcir l'air. Quelque temps après avoir abandonné la coquille où elles ont pris naissance, elles sont crustacées comme l'écrevisse et douées de beaucoup de vivacité. Quand le moment de leur dernière métamorphose arrive, elles se fixent sur la première coquille venue. A ce moment de son existence, la jeune balane porte



avec elle le noyau de son futur domicile. Quand ces migrations préparatoires sont terminées, elle devient capable de s'attacher à quelque objet extérieur et porte deux disques calcaires pourvus de glandes et de conduits qui sécrètent un ciment extrêmement adhésif avec lequel elle se fixe à la place qu'elle a choisie. Ce sont là les fondations de son futur domicile, et elles sont d'une telle imperméabilité, qu'elles la protégent de tout contact avec le poison qu'on pourrait avoir mélangé à la peinture sur laquelle il se fixe. Mais supposons qu'elle fût atteinte par ce poison et mourût aussitôt après s'être fixée au navire, que la première colonie pérît ainsi, une seconde tout aussi nombreuse viendrait se fixer sur les débris de la première, et avant que deux ou trois couches eussent ainsi péri, le navire présenterait une telle épaisseur que les derniers venus seraient complétement préservés. La balane est toujours à angle droit avec l'objet sur lequel elle s'attache, au bout de peu de temps sa coquille est complète, et elle se met à pêcher. Quelques animaux comme l'anémone de mer guettent l'approche de leur proie, et saisissent tout ce qui s'approche d'eux, sans distinction, afin de l'engloutir. D'autres animaux tendent leurs filets comme l'hydre d'eau douce, d'autres enfin chassent leur proie et la capturent par la supériorité de leur adresse ou de leur force; mais la balane n'emploie aucun de ces procédés. Elle possède un véritable épervier qui flotte dans l'eau et qu'elle retire quand il est plein. Les cirrhes s'enchevêtrent les unes dans les autres et forment un joli réseau qui retient les corps les plus ténus. Quand l'animal est dans cet état, il est parfaitement protégé de l'action des objets auxquels sa coquille adhère, et à l'abri de tous les poisons possibles.

Ce n'est pas la nature vénéneuse du cuivre qui empêche les animaux de s'y attacher, car ils s'y fixent, mais ils s'en détachent bientôt par suite de sa rapide oxydation. Si l'on doit trouver un enduit qui puisse protéger le fer d'une détérioration rapide, c'est, à coup sûr, un enduit qui possède la même propriété que le cuivre ou le bronze, à savoir de s'écailler et de se nettoyer continuellement lui-même.

Dans ce but, il paraîtrait avantageux de couvrir de cuivre les plaques de fer avant de les mettre en place. Ces deux métaux n'ont pas d'affinité, on ne peut les souder, par suite, il est très-difficile de les réunir complétement, aussi ce procédé ne pourrait-il pas sans doute entrer facilement dans la pratique.

Puisqu'on ne peut empêcher cette colonie de pêcheurs d'envahir la carène, quel est le meilleur moyen de les en expulser? Évidemment il faut employer des moyens mécaniques, c'est le procédé le plus efficace et le plus économique. Beaucoup d'essais ont été déjà tentés dans cette direction. Quelques constructeurs ont essayé le frottement d'une chaîne sur la carène, d'autres une série de barres de bois recouvertes de plaques de fer. On emploie actuellement, dans la marine, une machine appelée sanglier qui consiste en une brosse circulaire fixée sur un axe que l'on fait tourner près du navire dans le sens longitudinal de l'avant à l'arrière. A Liverpool, on a essayé une autre machine formée d'une échelle de corde dont les barreaux sont de grosses pièces de bois dont l'une des faces constitue une série de brosses, tandis que de l'autre côté il y a une série de grattes. On la met autour du navire et on lui donne une espèce de mouvement de va-et-vient en frottant tantôt avec un côté, tantôt avec l'autre.

Aucun de ces procédés n'a donné de bien bons résultats, et si l'on pense au degré de ténacité avec lequel ces animaux adhèrent au fer, on comprendra qu'il ne suffit ni d'une brosse douce, ni d'un frottement modéré pour les forcer à quitter leur poste. Il n'y a qu'un outil tranchant d'acier qui puisse les arracher de la carène.

Le procédé pour le nettoyage des navires à flot consiste en un levier mobile fixé sur un bâti également mobile. Ce bâti est un traîneau de bois appliqué solidement sur les flancs du navire par deux guides sur lesquels il marche comme sur un railway. Il se meut verticalement sur toute la carène, excepté sur l'arrière.



La ligne A A A A représente la partie droite du traîneau, la partie gauche a été enlevée pour montrer l'intérieur. B est un montant fixé à la traverse C par un anneau boulonné D. A cette base fixe sont attachés les deux autres côtés d'un triangle E E, mais à charnières et mobiles, tandis que la portion inférieure G du triangle passe à travers des poulies doubles au delà de la base, et se termine par un anneau pour y attacher le câble-gratte H. La lame qui fait fonction de grattoir est fixée au sommet du triangle en I à angle droit avec l'axe, et les longues oreilles en K sont à angle droit avec le tranchant de la lame.

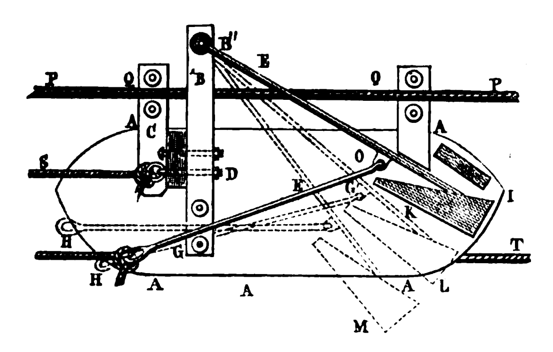



Fig. 18.

Ainsi que le montrent les lignes ponctuées L, M, quand on hale sur le câble H, la gratte quitte la position K, et vient en L, où elle arrive au contact de la carène.

Si l'on agit plus fortement sur le levier au point d'appui O, son bras le plus long fait avancer la barre B, et la machine se déplace sur les lignes P qui passent dans les poulies doubles en Q Q, tandis que la gratte en L continue sa route sur les flancs du navire en enlevant tout ce qu'elle trouve devant elle.

En construisant les grands côtés de la gratte à angle droit avec le trachant, on remplit le triple but de maintenir la gratte à l'intérieur du châssis quand il passe sur une partie creuse, de former un plan incliné pour conduire le tranchant pardessus le recouvrement des plaques, ce qui fait qu'il ne trouve pas de résistance dans son mouvement vertical, et enfin d'empêcher le tranchant de la gratte de s'enfoncer trop profondément et d'enlever la peinture des plaques.

Les cordages S et T servent, le premier, à faire descendre la machine et à la maintenir, le second, à la haler le long de la quille.

Quant à la force de la machine, elle peut être réglée d'après la nature des matériaux qui la constituent. En tirant un peu sur le cordage T, la machine fait effort en B et la force de grattage en L ou en M augmente d'autant.

En lâchant le câble en T et en tenant lâches les guides P P, la machine n'appuie plus contre les flancs du navire, et peut alors glisser facilement en Q, et le grattage sur les plaques en L ou M est d'autant plus faible que les cordages sont plus lâches.

Les autres défenses ou garnitures en bois placées à la quille à la carène et aux barres de perroquet ont pour but de tenir les cordages qui guident la machine, de passer le garant dans les poulies doubles et d'empêcher le frottement et l'usure des cordages.

Cet appareil est très-simple et facile à manœuvrer. On le fait mouvoir d'avant en arrière au moyen de cordages attachés à la quille. On peut le faire descendre en un point quelconque de la carène, et si, à un moment donné, on veut s'assurer du bon état des plaques, il suffit d'attacher un morceau de drap ou un faubert au point I de l'appareil à la place du grattoir. Il remontera à la surface tout ce qu'il aura trouvé sur la carène. (*The Engineer.*)

**Considérations sur l'emploi des tubes en plomb pour la conduite des eaux potables**, par M. Ramon Llorente y Lazaro.

L'emploi des tubes en plomb pour la conduite des eaux potables est, d'après l'opinion de beaucoup de gens, une source de dangers pour la santé, et si l'effet ne s'en produit pas rapidement, le temps se charge de manifester l'action de cette cause délétère. Cette erreur assez générale est une de celles que l'on peut appeler préjugés d'origine scientifique, parce qu'elles sont fondées sur des faits dont on n'a pas bien observé les circonstances accessoires. Pour les détruire, il suffit de mettre sous les yeux les résultats auxquels la science est parvenue.

Évidemment les composés de plomb sont dangereux et produisent des empoisonnements terribles quelque faibles que soient les quantités ingérées. On le sait depuis longtemps, et de là viennent les précautions avec lesquelles on les emploie en médecine. Il est aussi hors de doute que l'eau mal distillée attaque le plomb en formant des composés qui restent en dissolution dans le liquide; mais ces deux assertions sur lesquelles s'appuie l'opinion que je combats n'ont aucune importance dans les circonstances habituelles, comme il est facile de le démontrer.

Pour se convaincre de l'innocuité des tubes de plomb employés à la conduite des eaux, il suffit d'indiquer les considérations suivantes; elles sont si simples et si évidentes qu'elles ne peuvent manquer de porter la conviction dans les esprits.

Les ruines des cités antiques nous apprennent que le plomb était employé à la conduite des eaux, au moins à partir de l'époque romaine. Cet usage n'a pas été interrompu, tout au contraire, il n'a fait que se généraliser. Si les dangers signalés avaient été réels, on aurait abandonné un usage aussi pernicieux.

Si dans quelques endroits on a employé des tubes de poterie recouverts de maçonnerie, cela doit être attribué à ce que, jusqu'en ces derniers temps, on faisait les tubes de plomb en pliant et soudant du plomb en planche, tandis que de nos jours ils sont faits à la filière. Jadis c'était très-coûteux, et cela pouvait en restreindre l'emploi. Les conduites actuelles qui réunissent les châteaux d'eau de Madrid aux couvents et aux maisons particulières sont toutes en plomb.

Pour que le contact de l'eau avec le plomb produise une action chimique, la présence de l'air est nécessaire. Les conduites sont toujours pleines, et si en quelque point un sel de plomb se formait, il serait décomposé par le contact de l'acide carbonique de l'air libre qui existe en dissolution dans l'eau. Il se formerait du carbonate de plomb insoluble qui s'attacherait aux parois du tube, et qui par suite est inoffensif. L'eau mal distillée au contraire peut exercer une action sur le plomb, tandis que l'eau de source n'en exerce pas, parce qu'elle provient de l'eau de pluie riche en acide carbonique et en sels enlevés aux terrains qu'elle a traversés.

Pour que l'eau pût enlever mécaniquement des particules de plomb, il faudrait un courant très-violent, ce qui n'arrive pas dans les conduites ordinaires. Dans celles du canal d'Isabelle II, qui supportent une pression si considérable, les courants sont modérés par des diaphragmes percés de trous placés à tous les griffons et à tous les tuyaux qui déversent l'eau.

Il est facile de faire l'expérience suivante : qu'on fasse passer un courant d'acide sulfhydrique dans un vase plein d'eau prise à ces conduites, et l'on verra que, même en concentrant l'eau, elle ne prend pas la plus légère teinte noire. Si l'on vient à ajouter la plus légère quantité d'un sel de plomb en dissolution, l'eau se colore. Cela prouve d'abord l'absence du plomb dans l'eau des conduites, secondement l'extrême sensibilité du réactif.

L'eau de source donc n'attaque le plomb ni chimiquement ni mécaniquement, comme le prouvent la théorie et la pratique. Sur quoi donc peut se fonder l'opinion



contraire? Sur ce fait évident que les composés de plomb sont délétères quand ils sont introduits dans l'économie; mais, pour que cette ingestion se produise, il faut évidemment la présence des sels de plomb, et s'il est prouvé qu'ils manquent le péril est donc illusoire.

Bien que les plaintes contre les tuyaux de plomb ne soient pas nouvelles, c'est de nos jours qu'on a exagéré ces récriminations ou du moins au commencement de ce siècle, précisément à l'époque où la chimie organique commença à se développer, ce qui prouve que l'ignorance est quelquefois moins nuisible que l'observation inexacte des faits.

Parmi les hommes éminents qui dans tous les pays ont aidé à propager sous le couvert de la science l'erreur combattue ici, on peut signaler en première ligne M. Claudio Anton de Luzuriaga, médecin distingué de Madrid. Ce praticien a publié un mémoire sur la colique de Madrid, et dans cette savante monographie, il attribue principalement cette épidémie à la multiplicité des substances métalliques qui pénètrent de mille façons dans l'organisme des habitants de Madrid. A ce propos, il cite une multitude d'opinions analogues à la sienne, mais toujours avec le caractère d'appréciations générales et sans aucune démonstration expérimentale. Il est vrai qu'il dit que l'on doit faire des essais, des analyses et des expériences, mais il est évident qu'il a conclu avant de recueillir les faits qu'il regarde comme indispensables, et que lorsque la chimie moderne les lui a fournis, ils étaient contraires à ses vues. Sans doute il a renoncé à ses opinions exagérées, mais ses déductions étaient si terribles qu'il eût paru préférable de mourir que de vivre au milieu de dangers si nombreux et si inévitables.

Les considérations qui précèdent prouvent qu'il est injuste de supposer une action nuisible aux tuyaux de plomb employés aux conduites d'eau, et que pour beaucoup de raisons ces tuyaux ne peuvent être remplacés par d'autres.

Cette dernière affirmation se fonde sur leur prix, la facilité de leur pose, la facilité qu'ils présentent à suivre les courbes et les pentes du terrain qu'ils parcourent et facilité des soudures qu'ils nécessitent.

Les tuyaux de poterie que quelques-uns préfèrent ne peuvent servir que pour des conduites de peu d'étendue et de faible pression. Ils ont l'inconvénient d'être rigides, de se rompre au moindre mouvement du terrain; enfin ils présentent mille inconvénients.

Les tubes de fonte ont besoin d'être construits en vue du terrain, en raison des courbures qu'il faut leur donner.

On a proposé de vernir les tubes de plomb comme au canal d'Isabelle II, mais ce procédé est presque impraticable, il exige une température de 130°; d'ailleurs ce vernis est rigide et enlèverait au plomb le principal de ses avantages.

La seule substance préférable, et que l'on emploiera sans doute dans un avenir peu éloigné, est la gutta-percha, sur laquelle on expérimente; mais ce n'est pas au point de vue hygiénique que se font les essais, c'est simplement au point de vue de l'économie.

Il est donc démontré que les tuyaux de plomb ne peuvent être remplacés, et surtout, ce qui est plus important, qu'ils sont inoffensifs, c'est-à-dire que l'eau potable qu'ils conduisent n'acquiert aucune propriété nuisible.

Si l'on n'ajoutait pas à ce qui précède une confiance entière, il suffirait de dire que ces idées ont reçu l'approbation unanime du conseil provincial de santé et de l'Académie royale de médecine (espagnole), et qu'elles ont été approuvées par le gouvernement de S. M. la reine Isabelle II. (*Revista de Obras Publicas.*)

---

# VARIÉTÉS.

### Achèvement du canal Cavour.

Un des plus grands travaux publics de l'Italie, le canal Cavour, est achevé. Les eaux du Pô y ont été envoyées, et ont parcouru toute l'étendue de cette grande conduite d'eaux qui compte 85 kilomètres. Cette opération s'est effectuée dans les meilleures conditions. Elle a commencé à Chivasso le 22 décembre à dix heures du matin, et en vingt heures l'eau a parcouru 56 kilomètres qui la séparaient de la Sesia.

Notre prochaine livraison contiendra sur ce travail remarquable une étude accompagnée de deux planches.

### Procédé pour rendre le bois plastique.

Un journal autrichien annonce qu'on vient de découvrir récemment une méthode très-simple pour rendre le bois plastique. Elle consiste à injecter dans le bois de l'acide chlorhydrique étendu, sous une pression d'environ 2 atmosphères. L'injection doit être continuée pendant un certain temps, selon la nature du bois; on n'enlève pas l'écorce, et par une disposition très-simple le liquide injecté par une extrémité du tronc peut être recueilli, en partie, à l'autre extrémité. Si le bois, encore humide, est soumis à une pression, et si les cellules ont été préalablement lavées avec de l'eau, son volume peut être réduit au dixième du volume primitif; les fibres peuvent se rapprocher excessivement sans se casser ou se déchirer, et quand elles sont sèches, elles n'ont aucune tendance à se séparer de nouveau. Les bois traités d'après cette méthode peuvent servir à une foule d'emplois.

Si, après l'action de l'acide chlorhydrique, on lave et dessèche le bois, il se laisse tailler avec une grande facilité, et peut être employé admirablement pour la sculpture. On dessèche le bois en faisant passer de l'air, sous pression, à travers les cellules, à une température d'environ 37°; l'humidité est chassée rapidement, et comme la contraction a lieu d'une manière uniforme dans toute la masse, il ne se produit pas de fentes. Les couleurs ou les différentes substances qui garantissent le bois contre la pourriture peuvent être injectées d'une manière analogue : le verre soluble ou la silice fraîchement précipitée le rendent à la fois très-durable et incombustible.

### Pénétration de différents corps par l'eau, à de très-grandes profondeurs.

Il n'est pas sans intérêt pour l'art des constructions sous-marines et pour certains travaux industriels, de connaître le degré de pénétration des bois par l'eau, lorsque ces bois, plongés à de grandes profondeurs, ont à supporter des pressions élevées dues à la hauteur de la colonne liquide. Les données de l'expérience à ce sujet peuvent encore servir de guide pour graduer les pressions, suivant les essences des bois auxquels il y a lieu d'appliquer les procédés d'injection, dans le but de les préserver d'une détérioration rapide.

Plongés à une profondeur de 1,700 mètres correspondant à la pression de 165 atmosphères, et en poids, à 170 kilogrammes 445 grammes par centimètre carré de

surface, les corps énumérés dans le tableau ci-dessous ont donné à l'observation les résultats consignés dans ce même tableau.

| Nature du corps. | Poids de l'eau qui les a pénétrés. Le poids du corps étant = 1 kil. |
|---|---|
| Sapin | $1^k,420$ |
| Noyer | $0^k,998$ |
| Chêne | $0^k,842$ |
| Frêne | $0^k,860$ |
| Orme | $0^k,533$ |
| Gaïac | $0^k,036$ |
| Caoutchouc | $0^k,0015$ |
| Chêne vert | néant. |
| Fer | $0^k,0032$ |

La méthode d'expérimentation ayant eu lieu par la pesée du corps avant et après l'immersion, il est certain que l'augmentation dans le poids du fer est due à un commencement d'oxydation. Les autres métaux soumis à l'expérience sont le zinc, l'étain, l'or, l'argent, le cuivre rouge, le cuivre jaune et le plomb; aucun d'eux ne s'est laissé pénétrer sous cette énorme pression de 165 atmosphères.

La facilité de pénétration a décru pour chaque essence de bois, à très-peu près proportionnellement comme l'immersion, jusqu'à ce que cette dernière n'ait plus été que de 40 mètres correspondant à la pression de 3 atmosphères. A moins de 40 mètres de profondeur, le caoutchouc et le gaïac n'ont pas été pénétrés; l'orme n'a plus conservé que la moitié de la facilité à être pénétré qu'il possédait sous des pressions plus élevées; le frêne, l'orme et le noyer n'ont conservé que le tiers à peine de cette propriété, tandis que le sapin n'en a perdu qu'un cinquième environ.

### Nettoyage des chaudières tubulaires par un procédé chimique.

Les avantages que donnent à l'emploi les chaudières tubulaires sont nombreux, mais ils sont parfois compensés par des inconvénients qu'il est pourtant facile d'éviter. Nous rappellerons entre autres celui de l'accumulation des matières calcaires déposées par les eaux sur les tubes et sur les plaques où ils sont rivés. Les procédés antiincrustants sont très-nombreux, mais le plus grand nombre sont d'une application coûteuse ou difficultueuse. Le nettoyage mécanique à l'aide d'une sorte d'épée dentée en acier que l'on passe entre les tubes est très-efficace, à la condition d'être souvent renouvelé, et encore faut-il que toutes les parties intérieures de la chaudière soient accessibles au chauffeur muni d'un pareil outil. Dans une note signée E. B, et contenue dans un des derniers bulletins de *la Société industrielle de Verviers*, le procédé chimique suivant est conseillé comme donnant un très-bon résultat; il a en outre la simplicité et la facilité d'exécution.

Au moment où la chaudière cesse de fonctionner, l'eau étant à peu près à son niveau normal, on lâche la vapeur, et aussitôt après, sans même retirer les feux, on introduit, soit par le trou d'homme, soit par une soupape, soit par le robinet d'alimentation, de l'acide chlorhydrique que l'on trouve à bas prix chez la plupart des marchands de drogues de teinture, sous le nom *d'acide muriatique* ou *d'esprit de sel*. Pour un nettoyage régulier, il suffit d'environ 1 kilog. par cheval de force; mais on peut sans inconvénient quadrupler cette dose, lorsque la chaudière est très-incrustée. On referme l'ouverture par laquelle cet acide a été introduit, et l'on chauffe pendant deux heures sous une pression de deux atmosphères environ; puis on retire les feux et l'on vide la chaudière sous cette pression par le robinet de vidange. Une bonne partie des incrustations est entraînée par l'eau à l'état de boue,

Une autre partie tombe au fond de la chaudière, attendu que l'acide ne pourrait attaquer le fer qu'après avoir dissous toutes les incrustations.

### Inconvénients de l'astiquage des poêles en fonte avec la mine de plomb.

Nul n'ignore que, dans un appartement chauffé par un poêle en fonte, les personnes qui y séjournent éprouvent un malaise persistant et quelquefois des accidents graves. L'air pur dans une salle ainsi chauffée contient une quantité sensible d'oxyde de carbone dégagé par la fonte de fer élevée à une très-haute température. Cette opinion n'est pas partagée par toutes les personnes qui se sont occupées de cette questiond'hygiène ; elles appuient leur contradiction par ce raisonnement : La fonte étant un carbure de fer, elle ne peut dégager de l'oxyde de carbone qu'en se décarburant elle-même et arriver ainsi, après un temps plus ou moins long, d'abord à l'état d'acier, puis à celui de fer pur. Aucune observation n'est venue justifier, jusqu'à ce jour du moins, un pareil résultat. Deux suppositions admissibles viennent se placer en face de l'opinion généralement adoptée. La première est que les poussières tenues en suspension dans l'air de l'appartement chauffé viennent se carboniser sur les surfaces rougies du poêle et donnent lieu à la formation du gaz délétère. La deuxième est que le *graphite*, vulgairement appelé plombagine, dont on enduit les poêles pour leur donner une propreté apparente, et qui n'est qu'un carbonate pur avec quelques traces de fer, brûle réellement en donnant de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Cette dernière supposition mérite la peine d'une vérification sérieuse ; dans tous les cas on peut en conclure dès à présent que la suppression de l'astiquage journalier à la mine de plomb, comme il est d'usage général, diminuera considérablement les effets toxiques de l'emploi des appareils de chauffage en fonte de fer.

### Extraction complète de l'huile des matières végétales. — Extraction de l'huile de maïs.

La méthode en usage pour extraire l'huile contenue dans les matières végétales exploitées par l'industrie des corps gras consiste : 1° à les broyer pour en former une pâte que l'on place dans des *couffes* ou *étendelles*, sortes de sacs en crin en forme de couronne circulaire ouverts sur toute l'étendue de la circonférence intérieure pour en faciliter la charge et permettre l'écoulement de l'huile ; 2° à soumettre les *couffes* chargées à une pression très-élevée, obtenue soit avec la presse à vis, la presse à coins ou la presse hydraulique, mais quelque grande que soit la pression, il reste toujours dans les *tourteaux* une certaine quantité de corps gras qu'il paraît impossible de séparer de la pâte comprimée par des moyens mécaniques. Les parties charnues ou textiles dont sont faites les graines de lin, de cotonnier, de colza, de navette, de chanvre, d'arachide et les fruits de l'olivier, du noyer, du palmier, etc.; en un mot, les parties solides des matières végétales qui donnent les huiles fabriquées retiennent par la compression une notable partie du produit liquide; ce qui le prouve, c'est la facilité de combustion des tourteaux sortis du pressoir, la flamme vive et blanche qu'elle donne.

Où l'impuissance des moyens mécaniques commence, faire agir les agents chimiques, telle est la méthode que la science conseille et que la pratique affirme bien souvent; telle est celle qui vient de réussir complétement dans l'extraction à épuisement des huiles végétales.

Les hydrocarbures qu'on extrait des huiles minérales : du pétrole, des huiles de houille, de schiste, etc., ont une propriété de dissoudre les huiles végétales. Dans des vases métalliques appelés extracteurs, on introduit d'abord les tourteaux

que l'on veut complétement épuiser; on ferme hermétiquement pour éviter par l'évaporation la perte des dissolvants; ensuite on fait arriver ces derniers dans les extracteurs, où ils dissolvent l'huile encore contenue dans les matières solides. Les dissolvants chargés d'huile en solution sont évacués des extracteurs dans un récipient distinct. Là on chauffe l'ensemble au moyen de la vapeur d'eau circulant dans un serpentin placé dans le récipient; l'hydrocarbure, qui est volatil à une température inférieure à 101° se sépare de l'huile végétale à l'état de vapeur, s'élève et circule dans un serpentin placé à la partie supérieure du récipient, et comme le serpentin est entouré d'eau froide l'hydrocarbure se condense, tombe à l'état liquide dans un réservoir, où il est recueilli pour servir à une suite d'opérations du même genre; la perte est faible si on a pris les soins nécessaires pour empêcher l'évaporation et le coulage.

L'opération est plus prompte et plus productive si on chauffe les matières végétales dans les extracteurs, ou, ce qui est préférable, avant de les y introduire.

Les hydrocarbures doivent être volatils au-dessous de 100°, sinon il en resterait une certaine quantité mêlée à l'huile végétale, ou il faudrait employer dans le récipient de séparation une vapeur de deux atmosphères au moins, ce qui est d'une application difficile avec les instruments.

---

M. de Planat vient de réussir parfaitement à extraire l'huile contenue dans le maïs. Pendant plusieurs années on s'était occupé, mais sans succès, de trouver pour cette extraction des procédés simples et expéditifs, la persistance et l'observation des faits déjà acquis ont conduit l'inventeur à une solution pratique.

Sous un moulin à blé ou à maïs, dont la meule courante marche à une vitesse deux fois plus grande que celle que nécessite la mouture ordinaire, on place le maïs; l'écartement des deux meules est aussi plus grand que d'habitude, et de la combinaison de ces deux états de choses il résulte que le grain se brise sous un choc vif laissant des gruaux et un peu de farine, dont on les débarrasse par le tamisage ou le battage ordinaire. Les gruaux ainsi obtenus sont de deux espèces, oléagineux ou féculents; leur séparation se fait facilement par le sassage, les gruaux oléagineux étant plus légers que les autres. Après la séparation, les gruaux oléagineux sont soumis au moulin à meules verticales en usage pour le broiement des graines de lin ou de colza, et la pâte est humectée sous les meules avec de l'eau à la température de 55° environ, et dans la proportion de 10 litres d'eau pour 100 kil. de gruau. La pâte est portée dans un chauffoir maintenu à la températnre de 60°; elle est remuée constamment jusqu'à ce que toute la masse ait pris cette température; alors elle est placée dans les couffes et soumise à la pression, comme dans la fabrication des autres huiles végétales. L'huile obtenue est limpide et sans mauvais goût.

M. de Planat est arrivé par son procédé à retirer de 100 kil. de maïs 6 kil. d'huile, 10 kil. de tourteaux épuisés, 7 kil. de son et 76 kil. de gruaux féculents. De ceux-ci on peut extraire de l'alcool avantageusement par la distillation, qui donne environ le 1/3 en litres d'alcool à 80° de la quantité en kilogrammes de gruaux féculents. En considérant en outre que les tourteaux sont une nourriture passable pour le bétail, et que les gruaux féculents ne sont plus mêlés avec la matière grasse qui amène leur rancissement prompt, on doit conclure que l'opération que M. de Planat a rendue pratique est excellente dans tous ses résultats.

---

### Incendies causés à bord par l'huile de pétrole.

On sait que l'eau jetée sur l'huile de pétrole enflammée fait plus de mal que de bien, parce que son poids spécifique étant plus lourd que celui de l'huile, celle-ci

vient à la surface et sétend alors sur tous les objets voisins, qu'elle enflamme. On pourrait employer, pour éteindre l'incendie, de l'acide carbonique que l'on produirait à bord. Supposons, par exemple, qu'un compartiment soit rempli de carbonate de chaux ou de toute autre substance qui puisse dégager de l'acide carbonique et qu'au-dessus se trouve un vase plein d'acide sulfurique ou tout autre. Ces deux capacités sont réunies par un conduit dans lequel se trouve un bouchon qui fond lorsque le compartiment a atteint un degré de chaleur un peu élevé. Alors l'acide sulfurique s'écoule, attaque le carbonate, et l'acide carbonique se dégage. Aussitôt que l'oxygène renfermé dans le compartiment est chassé, le gaz vient alors prendre sa place et combattre l'incendie. La seule objection consiste en ce que le gaz forme une atmosphère irrespirable, mais, avec des précautions, on doit pouvoir éviter cet inconvénient. (*The Engineer.*)

### Manufacture de zinc dans l'Illinois.

L'existence de riches mines de zinc en différents points des États-Unis est connue depuis longtemps déjà, mais leur exploitation demanderait tant de soins et de dépenses préliminaires qu'on les a négligées jusqu'ici. Les quelques tentatives que l'on a faites ont eu, en général, peu de succès, et ont confirmé cette opinion, que les mines de zinc des États-Unis ne peuvent être exploitées avec avantage. Pourtant la persévérance a obtenu un triomphe sur la nature et les mines de zinc de La Salle, à 9 milles dans le sud-ouest de Chicago, sont en pleine prospérité. On doit ce succès à MM. Matthieson et Hegchler, deux ingénieurs allemands.

Arrivés en 1857 en Amérique, ils firent quelques essais aux mines de Lehigh, passèrent, en 1858, dans le Wisconsin et se fixèrent enfin aux mines de La Salle, dans l'Illinois. Pendant cinq ans ils travaillèrent avec une patience digne d'éloges, surmontant tous les obstacles les uns après les autres par une rare combinaison de connaissances scientifiques et pratiques. Les changements qu'ils ont apportés dans les anciennes méthodes de traitement des minerais de zinc sont si nombreux qu'ils peuvent à juste titre être considérés aussi bien comme inventeurs que comme constructeurs de leurs usines. Leurs efforts ont été couronnés du succès le plus complet. Leur nouvelle usine est construite sur un plan définitif, et lorsqu'elle sera achevée, ce sera la plus grande et la plus belle du monde.

Elle se compose d'abord d'un moulin puissant qui broie ensemble de l'argile et du minerai, puis d'un atelier de poteries où l'on prépare les cornues, les tuyaux et les briques nécessaires à la construction des fours, enfin de fourneaux de réduction contenant chacun 160 cornues. Les matériaux de construction sont la brique et la pierre, et celle-ci vient d'une carrière située sur le terrain de l'usine. Les mines sont situées environ à un mille de La Salle, près du chemin de fer du Central-Railroad, en face des mines de charbon du Kentucky, qui fournit la houille à l'usine. Les fourneaux de réduction sont de grands bâtiments carrés en briques réfractaires avec des tirants et des traverses en fer pour consolider et soutenir les cornues. Ces cornues ont de 9 à 15 décimètres de long, leur section est tantôt ronde, tantôt ovale de 15 à 30 centimètres de diamètre. Elles sont placées en rangées horizontales, l'une audessus de l'autre, un peu inclinées vers l'extérieur pour faciliter l'écoulement du zinc. Le minerai est d'abord grillé à la mine, broyé, mélangé avec du charbon en poudre et humecté d'eau, on l'enfourne alors dans les cornues au moyen d'une pelle demi-cylindrique. On lute avec de l'argile, et l'on adapte à l'ouverture des cornues des tubes coniques en terre. On pousse alors le feu jusqu'au rouge blanc. Au commencement de l'opération il se dégage, par l'ouverture des tubes, des flammes bleues provenant de l'oxyde de carbone formé; plus tard, les flammes deviennent blanches avec des teintes vertes très-brillantes formant une sorte de feu d'artifice d'une

beauté remarquable. Pour recueillir l'oxyde de zinc ou la poudre qui commence à se dégager, on adapte aux tuyaux de terre des tubes de fer mince, munis de poignées et fermés à l'extrémité. (*The Engineer.*)

---

# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

---

**Conventions entre un Français et une compagnie étrangère pour l'exécution de travaux de chemins de fer. — Demande en payement de travaux. — Litispendance.**

Aux termes de l'article 14 du Code Napoléon : « L'étranger, même non résidant « en France, peut être traduit devant les tribunaux de France pour les obligations « par lui contractées en pays étrangers envers des Français. »

Se fondant sur cette disposition, M. Chapron, entrepreneur de travaux publics, avait formé, devant le tribunal de commerce de la Seine, contre la Compagnie royale grand-ducale du chemin de fer de Guillaume-Luxembourg, une demande en payement de la somme de 114,730 fr. 50 cent. pour fournitures de traverses par lui faites à ladite Compagnie.

Mais celle-ci répondit qu'elle avait assigné M. Chapron devant le tribunal de Luxembourg, en nomination d'experts, à l'effet de vérifier les traverses fournies; que M. Chapron avait accepté la juridiction de ce tribunal, puisqu'il avait appelé un garant en cause, et chargé ainsi le tribunal de Luxembourg de statuer sur les contestations existant entre les parties, à l'occasion des traverses dont le prix était réclamé.

Ce système a été adopté par le tribunal de commerce de la Seine (jugement du 4 décembre 1865).

Nous devons dire que cette décision nous paraît juridique. L'incompétence des tribunaux étrangers n'est pas d'ordre public; la loi dit que l'étranger *pourra* être assigné devant les tribunaux français; c'est donc au Français à choisir la juridiction devant laquelle il lui convient de porter son action; s'il assigne devant un tribunal étranger, ou s'il répond devant ce même tribunal à la demande formée contre lui, il est, à bon droit, considéré comme renonçant au bénéfice de l'art. 14 du Code Napoléon.

Il est donc très-important pour les Français qui contractent avec des étrangers de porter le débat devant les tribunaux français et de ne pas l'accepter ailleurs, s'ils désirent, comme c'est leur intérêt, plaider en France devant les magistrats de leur pays.

**Cession d'un brevet français pour ne s'en servir qu'en pays étranger. — Durée de cette cession égale à celle du brevet.**

M. Dupré a concédé à M. Betts le droit exclusif de fabriquer en Angleterre et dans les possessions anglaises un objet breveté le 21 juillet 1833; il a cédé en même temps et en tant que de besoin à M. Betts lesdits brevets pour n'en faire usage qu'en Angleterre ou dans les possessions anglaises.

Les successeurs de M. Dupré ont, tout dernièrement, assigné M. Betts devant le tribunal de commerce de la Seine pour les infractions que ce dernier aurait com-

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.

mises en fabriquant et vendant en France les objets au sujet desquels avait été conclue la convention précitée.

Le tribunal a repoussé avec raison cette demande, par le motif que la convention n'avait pas pu durer plus longtemps que le brevet lui-même qui en formait la base, et que, par conséquent, depuis l'époque de l'expiration de ce brevet (21 juillet 1848), M. Betts avait eu, comme toute autre personne, le droit de fabriquer en France les objets de l'invention de M. Dupré. (Jugement du 20 novembre 1865.)

Il nous paraît évident, en effet, qu'une convention basée sur un brevet ne saurait durer plus longtemps que ce brevet lui-même, sous peine de violer le principe de la liberté de l'industrie.

### Marché de travaux. — Réduction ultérieure de ces travaux. — Indemnité.

Lorsque des travaux sont concédés par les grandes compagnies, il arrive très souvent que les ingénieurs ou entrepreneurs ne trouvent pas dans tous ces travaux indistinctement les mêmes avantages ou les mêmes bénéfices; les uns sont quelquefois une charge, tandis que les autres produisent des bénéfices considérables.

Si, postérieurement à la convention, la compagnie réduit l'importance de ces travaux, il y a lieu, suivant nous, à indemnité au profit du concessionnaire. Celui-ci n'aurait probablement pas entrepris les travaux si les premiers avaient fait seuls ou presque seuls l'objet de la concession. Il a dû, avant de s'engager, calculer la perte que devaient entraîner certains travaux, le bénéfice que devaient produire les autres, et voir si, toute compensation faite, la supériorité du chiffre des bénéfices sur celui des pertes était assez grande pour rendre en définitive l'opération avantageuse.

Nous devons dire que, dans une affaire récente, la Cour de cassation, chambre civile, a refusé à l'entrepreneur tout droit à une indemnité (arrêt du 23 janvier 1866); mais, d'une part, la Cour se fonde sur ce qu'il y avait chose jugée entre les parties par un précédent arrêt devenu définitif, et, d'autre part, ne connaissant pas les faits particuliers de l'espèce, nous ne savons pas si, lors de la concession des travaux, la compagnie ne s'était pas réservé le droit d'en réduire l'importance.

Une telle stipulation nous paraîtrait seule de nature à empêcher l'entrepreneur d'obtenir une indemnité suffisante.

VICTOR ÉMION,
Avocat à la Cour impériale.

---

## CORRESPONDANCE.

A notre demande, l'un des collaborateurs des *Annales du Génie civil*, M. Rueff, a bien voulu faire un travail sur le montage des matériaux, travail qui a été publié dans la livraison de décembre 1865.

M. Rueff avait comparé les avantages et les inconvénients des différents systèmes employés le plus généralement, et il avait établi des calculs représentant les dépenses de ces différents systèmes.



M. Lefebvre, ingénieur civil, qui dirige l'exploitation du Moteur-Lenoir, et l'un de nos abonnés, nous a adressé une lettre dans laquelle il se plaint des appréciations de M. Rueff et dans laquelle il cherche à démontrer que plusieurs des chiffres qui ont servi de base aux calculs de notre collaborateur sont inexacts. Bien que cette lettre soit empreinte d'une certaine vivacité d'expression, nous avons consenti à l'insérer, mais en faisant *toutes réserves* sur les inexactitudes qui pourraient nous être signalées dans ses calculs.

Nous saisissons cette occasion pour rappeler à nos lecteurs que nous ne nous rendons pas solidaire des opinions émises par les rédacteurs des *Annales du Génie civil;* chacun des articles est et sera toujours publié sous la responsabilité personnelle de son auteur.

Notre rôle est de porter à la connaissance de nos lecteurs tous les faits nouveaux, inventions et progrès, constatés dans l'industrie, cela dans un but complétement désintéressé et en dehors de toute pensée de réclame; c'est pourquoi nous serons toujours heureux de recevoir et de publier des rectifications lorsqu'elles nous seront signalées, et nous pouvons dire que, jusqu'à présent, elles ont été rares, puisque le cas s'en présente pour la première fois.

Le Directeur des *Annales du Génie civil,*

Eug. LACROIX.

---

Voici la communication de M. Lefebvre :

## MONTAGE DES MATÉRIAUX.

### MACHINE-LENOIR.

Sur l'invitation du directeur des *Annales du Génie civil,* M. Eugène Lacroix, qui croyait bon de donner à ses lecteurs une connaissance exacte de différents systèmes de montage des matériaux, M. Léon Rueff, professeur à l'Association polytechnique, ingénieur, ancien inspecteur du matériel des chemins russes, a publié dans le n° 12 de cette revue, décembre 1865, un article avec planches intitulé :

**Montage des Matériaux.**

Les conclusions de son article sont celles-ci :

| | |
|---|---|
| Machine à gaz, 2 chevaux. . . . . . . . . . . . . . . . | 3,185 fr. |
| Id. id. 3 id. . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,440 — |
| Id. à vapeur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,455 — |
| Grue à bras. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,100 — |
| Appareil à eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,800 — |

En établissant ces prix, M. Rueff a commis une telle quantité d'erreurs que je ne puis discuter son travail comme une étude sérieuse et scientifique des procédés employés au montage des matériaux.

L'article de M. Rueff n'a pas été l'examen impartial des divers systèmes que lui avait demandé M. Lacroix.

Voici les vrais chiffres :

| | |
|---|---|
| Machine à gaz, 2 chevaux (3 mois). . . <br> 1 grue et 1 sapine. . . . . . . . . . | 1,920 fr. (au lieu de 3,185 fr.) |
| Machine à gaz, 3 chevaux (2 mois). . . <br> 2 grues, 2 sapines. . . . . . . . . | 2,040 fr. (au lieu de 3,440). |

Ces chiffres ne sont pas discutables, tous les entrepreneurs les connaissent.

Voilà ma réponse à l'article de M. Rueff, article que j'ai déjà trouvé comme une arme menaçante sur le bureau de mes clients.

Maintenant, pour édifier chacun sur la valeur du travail publié, je veux bien examiner quelques chiffres.

**Machine à gaz**

Pour un chantier couvrant de 300 à 400$^{m2}$ et cubant 1,000 à 1,200$^{mc}$ :

2 sapines, 3 chevaux, 2 mois.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tours. . . . . . . . . | 500 fr. | J'accorde plutôt. . . | 540 fr. |
| Treuil (location) (?). . . | 260 fr. | J'accorde plutôt. . . | 400 fr. |
| Transmission. . . . . . | 120 fr. | | |

C'est à peu près la valeur totale de la transmission.

De sorte qu'au bout de 2 mois elle serait payée.

Je crois plus juste de mettre 60 fr.

Installation, 120 fr., ce qui représenterait 20 jours de mécanicien à 6 fr., est-ce possible?

Prise d'eau et de gaz, branchement 60 fr.

Ce ne serait pas cher, et je désire que M. Rueff m'indique le plombier qui ferait le travail à ce prix.

Location de machines, 250 fr. ou 125 fr. par mois.

Pompes, tuyauterie et accessoires, 60 fr. Je ne sais au juste ce que M. Rueff entend par là. S'il s'agit du service d'eau du haut en bas du bâtiment, il est payé à part 25 fr. par mois; il est peu probable qu'il me coûte 60 fr.

**Consommation de matières.**

Eau 180 fr., soit 90 fr. par mois.

Certes, la compagnie des eaux est assez draconienne pour les moteurs Lenoir. Je paye environ six fois plus que je ne consomme. La compagnie veut toujours supposer les moteurs marchant toute la journée, et me fait payer 3,000 litres par jour quand je dépense 671 litres en moyenne.

Mais 3,000 litres ne coûtent pas 90 fr. par mois ou 3 fr. par jour. Ne mettez donc pas l'eau si chère pour être obligé, tout à l'heure, de la compter à si bon marché.

Je trouve déjà bien dur de payer 28 à 30 fr. par mois,

Donc, au lieu de 180 fr., je dirai : Eau, 60 fr.

| | |
|---|---|
| Graissage. . . | 60 fr., ou 30 fr. par mois. |
| Piles. . . . . | 15 fr., ou 7 fr. 50 c. par mois. |
| Total. . . . . | 75 fr. |

Je donne aux conducteurs 1 fr. par jour pour les piles et le graissage.— Le désaccord est de 15 fr. seulement.

**Gaz.**

3$^{m3}$ par cheval et par heure à 0,30 c. le m$^3$, 800 fr. 2 mois, soit 400 fr. par mois, ce qui représente 1,333$^{m3}$ de gaz par mois, ou 44$^{m3}$ par jour! Je ne sais où ces chiffres ont été puisés.

Quel est le travail moyen des machines dans le bâtiment? 117 machines ont fait 259,600 montages, ou 37 montages par jour. — La durée moyenne des montages est de 3′ 27″, ce qui représente 2$^h$,10′ de travail par jour.

Et c'est dans ce temps qu'une machine absorberait 44$^{mc3}$ de gaz!!

Dans mes ateliers une machine de 3 chevaux, en 11 heures de travail, ne con-

somme pas ce que M. Rueff attribue à la machine des bâtiments qui travaille 2 heures.

M. Rueff n'a-t-il pas été à la Compagnie Parisienne du gaz (service extérieur, sections?) Il aurait pu, ce me semble, voulant être consciencieux, se rendre compte de la consommation des machines à gaz dans le bâtiment.

Enfin un entrepreneur de bâtiment aurait pu lui dire que je loue une machine de 3 chevaux 1,100 fr. pour deux mois, que dans ce prix je me charge de payer *tout*, conducteur, gaz, graissage, piles, etc.

| | |
|---|---|
| Or, si la consommation de gaz était de. . . . . . . . . . . . . . | 800 fr. |
| Le conducteur coûtant 120 fr. par mois. . . . . . . . . . . . . . | 240 — |
| Total. . . . . . | 1,040 fr. |

il resterait 60 fr. pour location, commission, primes, pose, tuyauterie, *eau*, etc.

Je crois que ce chiffre seul, si sérieusement erroné, doit donner la valeur des autres.

Je continue cependant.

Dépenses diverses, 25 fr. Passons.

Conduite de la machine, 270 fr., ou 135 fr. par mois.

Je donne aux conducteurs 120 fr.

Manœuvre du treuil et guidage, 420 fr., ou 210 fr. par mois, ou, par jour, 7 fr. 30 c., ce qui semble représenter 2 hommes à 3 fr. 65 c., l'un occupé toute la journée à manœuvrer le treuil et guider la pierre. Mais, pendant que la machine ne travaille pas, que font ces hommes? Rien sans doute, à ce que croit M. Rueff.

Ils travailleraient alors 2 heures par jour pour 3 fr. 65 c. Je pense qu'il est plus rationnel de dire que, la machine travaillant $2^h 10'$ par jour, chaque homme, à cause des déplacements et temps perdu, travaille 3 heures au montage, pour débrayer, serrer le frein. Or 3 heures à 0,365 représentent 1,195 pour deux hommes, 2 fr. 19 c., ou, en chiffres ronds, 2 fr. 20 c. par jour, et, pour les 2 mois, 132 fr. au lieu de 420 fr. que porte M. Rueff.

Faisons la part belle à la concurrence, je mets 150 fr.

**Main-d'œuvre.**

*(Il faut tenir compte, en effet, du personnel qui reste nécessaire pour la manœuvre, le chauffeur ne pouvant arrêter au point juste.*

*Frais généraux,* 300 fr.

*Commission pour le placement, primes. — Chiffres très-faibles.*)

Ici je ne comprends plus rien aux chiffres.

Est-ce 300 fr. de main-d'œuvre ou 300 fr. de frais généraux? Comme j'ai placé cette année 118 machines, mes livres porteraient 35,400 fr. de frais généraux au compte location de machines!

Si c'est de la main-d'œuvre, je ne m'explique pas sa raison d'être, puisque quelques lignes plus haut j'ai eu à relever un chiffre de 420 fr. pour manœuvre du treuil et guidage.

Il faut dépenser 300 fr., 150 fr. par mois, parce que le chauffeur ne peut arrêter au point juste!

Est-ce que par hasard c'est la machine qui s'occupe si la pierre est arrivée à destination?

Il ne faut pas rester une heure dans un chantier pour savoir que c'est le débrayage qui fait tout; que, par conséquent, c'est l'homme qui est à la manœuvre du treuil qui débraye et serre le frein.

Pourquoi ce double emploi dans les chiffres de main-d'œuvre?

J'ajouterai même que, dans beaucoup d'installations où il n'y a qu'une sapine et une grue, le conducteur de la machine se charge de faire la manœuvre et va ensuite arrêter sa machine. Il est rare que, dans ce cas, l'entrepreneur ne donne pas au conducteur une gratification à la fin des travaux.

**Récapitulation.**

| | | |
|---|---|---|
| Installation | 1,370 | 1,310 |
| Consommation | 1,080 | 445 |
| Main-d'œuvre | 990 | 390 |
| Totaux | 3,440 | 2,145 |
| Différence | 1,295 fr. | |

Pour la machine à vapeur, je ne veux pas même me donner la peine de vérifier les chiffres de M. Rueff; seulement je veux prouver que son total est fait avec une légèreté peu compréhensible de la part d'un rédacteur qui écrit dans une publication aussi sérieuse que celle des ANNALES DU GÉNIE CIVIL.

Pourquoi donc, pour la machine à vapeur, avoir supprimé des chiffres accessoires imputés à la machine à gaz, et qui doivent incontestablement incomber à l'un et à l'autre système?

Savoir :

| | |
|---|---|
| Dépenses diverses | 25 fr. |
| Manœuvre du treuil et guidage | 420 — |
| Personnel qui reste nécessaire pour la manœuvre, le chauffeur ne pouvant arrêter au point juste | 300 — |
| | 745 — |
| qui, ajoutés au chiffre de | 2,455 — |
| forment un total de | 3,200 fr. |

et troublent considérablement les 30 p. 100 de différence signalés.

**Appareil à bras.**

Treuils et transmissions, 400 fr. ou 200 fr. par mois pour deux grues. Pourquoi une transmission dans l'appareil à bras? où est-elle? seraient-ce les manivelles, par hasard, qui seraient désignées sous ce nom?

Graissage, frais divers, 100 fr. par mois, ou 50 fr. pour 2 mois pour 2 grues, ou 25 fr. par mois et par grue pour le graissage! Et une machine à gaz de 3 chevaux ne coûterait que 30 fr. par mois!

C'est ce que l'on trouve dans les chiffres cités plus haut.

Je tiens à relever ces chiffres exagérés, afin de bien faire ressortir que la vérité seule, la vérité *pratique* me préoccupe, et que je ne veux pas laisser passer les erreurs, même quand elles sont à l'avantage du système que je défends.

**Balance hydraulique.**

Les chiffres donnés par M. Léon Rueff semblent bien peu exacts. Cependant je ne me sens pas à l'aise pour les combattre comme je l'ai été pour les autres. Le nom de M. Léon Édoux, cité dans le courant de l'article, semble, pour M. Léon Rueff, un pavillon qui couvre sa responsabilité.

L'emploi que M. Léon Édoux a cru devoir faire de l'article de M. Léon Rueff semble une reconnaissance de l'exactitude des chiffres.

Mais en tout cela pas une certitude.

M. Rueff n'est-il pas en ce cas un maladroit ami, oublieux du proverbe : « Qui veut trop prouver ne prouve rien. » J'examine superficiellement quelques chiffres.

Un tour, 270 fr.

Comment 4 brins de charpente en sapins *brut*, placés plus ou moins verticaux, plus ou moins parallèles, coûteraient 270 fr.! et, pour la balance hydraulique, 6 brins de sapins posés *verticalement*, *parallèlement*, dressés chacun sur une face afin de permettre le glissement des galets, ne vaudraient que 270 fr.?

Ce n'est pas admissible.

Eau employée, 400 fr.

Pour un bâtiment cubant, au dire de M. Rueff lui-même, 1,000 à $1,200^{mc3}$.

Or la densité des matériaux de construction n'est pas 1,500, comme le dit M. Rueff. En consultant l'*Annuaire des Entrepreneurs*, on trouve :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pierre | de Saint-Leu | 1,620 kil. | le $mc^3$. |
| Id. | de Vergelè | 1,700 | id. |
| Id. | de Tonnerre | 2,000 | id. |
| Id. | de Saillancourt | 2,400 | id. |
| | Moyenne | 1,930 | id. |

Il faut donc au minimum $1^{mc3},93$ d'eau par mètre cube de matériaux. Pour $1,200^{mc3}$ il faudrait pour le bâtiment $2,316^{mc3}$ d'eau.

Les montages réclamés par les nécessités du service général du bâtiment, le travail des poseurs, ficheurs, pinceurs, etc.; les dimensions moyennes des pierres, dans le bâtiment de Paris, ne permettent pas de supposer que l'on doive monter plus de $1^{mc3}$ par voyage. Donc $1,200^{mc3}$ de matériaux représentent 1,200 voyages, et chaque voyage nécessite, d'après l'article de M. Rueff (p. 796), 200 à 300 litres d'eau pour vaincre les résistances passives.

Pour 1,200 voyages, c'est une consommation de 240 à $360^{mc3}$ qui, ajoutés aux $2,316^{mc3}$ cités plus haut, forment un total en nombre rond de 2,500 à $2,600^{mc3}$ d'eau. Comme le prix de l'eau est en attachement de 0 fr., 33 le mètre $^{c3}$, c'est une somme de 825 à 858 fr., au lieu de 400 fr. portés par M. Rueff, et reconnus par lui même chiffre un peu bas.

Graissage, 10 fr. pour 2 mois, ou 5 fr. par mois.

Ainsi une grue, dans l'estimation de l'appareil à bras, coûte 25 fr. par mois, et l'appareil hydraulique avec ses deux poulies, ses huit galets de guidage, son treuil de remontage, son frein, ne coûterait que 5 fr. par mois!

Est-ce possible ?

Enfin, je termine cet article déjà bien long.

M. Rueff admet 1,800 fr. pour une balance hydraulique fonctionnant 2 mois.

Donc il compare la machine hydraulique à une machine à gaz fonctionnant 2 mois. Machine 3 chevaux, 2 montages (p. 815), dont il estime la dépense totale à 3,440 fr. (J'ai prouvé que son chiffre devait être réduit à 2,145 fr.)

Mais pour 3,440 fr. je donne, c'est M. Rueff qui le dit lui-même, 2 montages sur deux points dfférents, *j'évite les roulages à grande distance*, je donne 2 accès pour *l'approchement* des matériaux. Dans un bâtiment d'angle, je mets un montage dans une rue, l'autre dans l'autre; dans un bâtiment de face, je mets un montage extérieur, un autre intérieur. Tout cela pour 3,440 fr. suivant M. Rueff (2,145 fr. suivant moi).

Installez deux montages hydrauliques au prix que vous indiquez vous-même : $1,800 \times 2 = 3,600$ fr.

Donc le système hydraulique coûtera à l'entrepreneur, de votre aveu même, 160 fr. de plus que le système à gaz. G. Lefebvre.

Avant d'imprimer la communication qui précède, nous avions reçu la lettre suivante :

*A M. Lacroix, directeur des* Annales du Génie civil, 15, *quai Malaquais.*

J'ai l'honneur de vous accuser réception d'une brochure de M. Lefebvre, en réponse à mon article sur la question du montage des matériaux. M. Lefebvre se trompe s'il croit que l'article a été dirigé comme une arme contre l'établissement qu'il gère. J'aurais accepté directement les chiffres rectificatifs qu'il a cru devoir publier, à la condition que leur exactitude m'eût été démontrée. Cependant je les crois discutables, et mes données ont été puisées à bonne source. Mais les *Annales du Génie civil* n'étant pas un journal de polémique, je préfère laisser au lecteur le choix entre mes chiffres et ceux de M. Lefebvre, que je ne vois aucun inconvénient à insérer dans le recueil auquel j'ai l'honneur de collaborer.

LÉON RUEFF, ingénieur.

---

# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

| MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté). | |
|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 242 50 |
| — des États-Unis | 320 » |
| — du Chili, brut | 230 » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 235 » |
| Étain Banca | 242 50 |
| — des détroits | 237 50 |
| — anglais | 242 50 |
| Plomb brut de France | 52 » |
| — d'Espagne | 52 50 |
| — d'Angleterre | 52 » |
| Zinc brut de Silésie | 64 50 |
| — Autres provenances | 61 50 |
| **MARSEILLE** (entrepôt). | |
| Aciers de Suède, n° 1 | 48 » |
| — 0 | 50 » |
| — 00 | 52 » |
| Aciers de Trieste, n° 1 | 58 » |
| — 0 | 60 » |
| — 00 | 62 » |
| Fers anglais | 25 » |
| — de Suède | 35 » |
| **SAINT-DIZIER.** | |
| Fontes au bois | 113 » |
| Fers au bois | 225 » |
| Fers métis | 215 » |
| Fers au coke | 210 » |
| **PEINTURE.** | |
| Colza brut (tous fûts) | 128 50 |
| — en tonne | 131 50 |
| — épurée | 139 50 |
| Lin brute (tous fûts) | 107 50 |
| OEillette commune (hectolitre) | 107 » |

| PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté). | |
|---|---|
| Acide acétique, 8 | 44 » |
| — muriatique | 6 50 |
| — nitrique, 40 | 46 » |
| — — 36 | 38 50 |
| — sulfurique, 66 | 14 » |
| — — 53 | 9 » |
| Sel de soude | 36 « |
| Sel d'étain | 205 » |
| **BOIS.** | |
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 |
| Sapins ordinaires | 53 » |
| Poutrelles de Norwége | 60 » |
| Chêne d'entrevous | 0 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 00 |
| — planche (0m,0031) | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 75 |
| **MAÇONNERIE.** (Paris, octroi, transport compris). | |
| Plâtre (mètre cube) | 17 » |
| Chaux hydraulique | » |
| — grasse | 28 » |
| Ciment de Portland | 9 50 |
| Ciment façon de Portland | » |
| Briques creuses (le mille) | 57 » |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 50 |
| Sable de rivière | 7 25 |
| — de plaine | 4 50 |
| Moellons durs | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

# TRAVAUX HYDRAULIQUES.

## NOTE SUR DES TRAVAUX EXÉCUTÉS ET SUR DES OUVRAGES PUBLIÉS A CE SUJET[1].

PAR M. A. CHAUVEAU DES ROCHES, ingénieur.

Planche V.

La langue, disait Ésope, est ce qu'il y a de meilleur, comme aussi ce qu'il y a de plus mauvais. On peut appliquer à l'eau ces mêmes paroles du fabuliste de l'antiquité; car, autant elle est un auxiliaire utile, indispensable à l'homme dans tous les usages de la vie, quand il a su la faire plier à toutes ses exigences, autant elle lui devient nuisible dans les conditions inverses. Au point de vue de l'hygiène, quel abîme sépare l'eau courante de celle qui séjourne et croupit! Au point de vue industriel et agricole, combien différente est l'eau dont le cours est bien dirigé, la force bien utilisée, et celle qui, mal employée, mal réglée, vient changer en marais des plaines immenses jadis fertiles, ou qui, dans des crues contre lesquelles on n'a pas pris les précautions nécessaires, ravage les terres cultivées, détruit des travaux chèrement édifiés, des usines, des bourgades entières.

Il résulte de là que non-seulement tout travail hydraulique, quelle que soit son importance, a droit à notre attention, mais encore que toute œuvre sérieuse de l'esprit humain mérite d'être examinée avec soin, et, je crois, d'être mentionnée d'une manière un peu détaillée dans une revue scientifique, soit que l'auteur indique de nouveaux moyens d'utiliser les propriétés de l'eau comme agent d'alimentation ou de travail, soit qu'il enseigne des remèdes nouveaux contre les maux dont nous pouvons être menacés quand elle joue le rôle d'agent destructeur, soit même qu'il se borne à signaler certains de ces maux connus d'un trop petit nombre d'hommes instruits ou spéciaux.

C'est là ce qui m'engage à donner ici l'analyse d'un mémoire très-long et très-consciencieux publié en Italie par un savant ingénieur, M. Raffaele Pareto, directeur d'un intéressant recueil périodique, le *Giornale dell' ingegnere architetto ed agronomo*.

Je compte parler très-brièvement une autre fois de quelques entre-

1. Travaux de M. Pareto, etc.





prises importantes se rattachant à cette question, et exécutées en France, quoique dans notre pays on n'ait encore point amélioré beaucoup de marais.

# I

*Sulle bonificazioni, risaie ed irrigazioni del regno d'Italia*, *per* RAFFAELE PARETO, *Ispettore centrale di bonificazione ed irrigazione.*

La péninsule italienne, entourée par les Alpes et par la mer, et divisée dans le sens de sa longueur par les Apennins, renferme une grande quantité de montagnes, de collines et d'ondulations de terrain assez prononcées; mais la superficie qu'elles occupent est sans comparaison avec l'immensité des plaines. Ces dernières forment principalement la partie inférieure de la grande vallée du Pô, presque entièrement composée des alluvions du fleuve et de ses affluents. Un très-grand nombre de plaines moins considérables sont éparses sur tout le littoral, où le sable de mer et le limon des fleuves qui s'y jettent après un parcours de peu de longueur se sont stratifiés vers les embouchures.

Ces plaines, très-basses, sont en grande partie marécageuses, et conséquemment offrent peu de ressources à l'agriculture; en outre, les exhalaisons malsaines rendent les maladies fréquentes dans les environs, et jusque dans les villages situés sur le penchant des coteaux voisins.

Cependant c'est là le plus fertile terrain de l'Italie, à cause de l'abondance des détritus provenant des montagnes, des bois et des plantes aquatiques que les fleuves ont recueillies dans leur cours. L'exemple des campagnes de Lombardie et des marais du Vulturne prouve que, quand on peut organiser un bon système d'irrigations, on obtient des produits magnifiques.

Le gouvernement italien, comprenant l'importance majeure qu'il y aurait à dessécher les marais et à propager les irrigations, demanda aux préfets tous les renseignements statistiques pouvant intéresser à ce sujet, et chargea un homme expérimenté, M. Pareto, inspecteur du service central *di bonificazione ed irrigazione*, de visiter les marais du littoral et de rechercher les moyens de les assainir.

De retour de son inspection, M. R. Pareto a réuni toutes ses notes, ainsi que les renseignements émanés des préfets, après les avoir groupés en des tableaux dans un rapport au ministre, rapport dont la lecture présente un grand intérêt non-seulement pour ses nationaux, mais encore pour quiconque se préoccupe de la question d'amélioration des marais, soit au point de vue de l'agriculteur, soit à celui de l'ingénieur.

Ce rapport, qui comprend deux cent soixante-dix pages, est accompagné de dix-sept cartes dressées avec beaucoup de soin et de clarté.

*Géographie. Classification des terrains.* M. Pareto examine d'abord province par province la constitution géographique, la superficie totale, celle des montagnes et des vallées. Il fait connaître la quantité d'hectares de terrains secs, irrigués, en voie d'amélioration, lacs, étangs, marais; il distingue, parmi ces derniers, ceux qui sont pénétrés par

l'eau, *acquitrinosi* ou *sortumosi*, de ceux où l'eau séjourne par suite d'une dépression du terrain; ceux formés par la mer, de ceux auxquels donnent naissance les fleuves ou les sources; ceux où l'eau pourrait facilement recevoir un écoulement au moyen de canaux dans des sens perpendiculaires, de ceux qui, plus bas que la mer, subissent forcément l'influence des marées. Parmi les terrains submergés, il fait une différence entre ceux qui le sont perpétuellement et d'autres qui ne le sont que d'une manière accidentelle, comme quelques-uns, qui, couverts d'eau pendant l'hiver, sont secs durant l'été, quand a eu lieu l'évaporation; ou de ceux qui ne le sont d'une manière constante que depuis peu d'années, comme les *emprunts* pour les chemins de fer.

Il relate ce fait singulier que parfois, comme aux environs de Pesaro, en creusant un trou dans la plage, ce trou s'emplit d'eau douce, quoique étant plus bas que le niveau de la mer. Les savants ont d'ailleurs constaté d'autres fois des faits identiques. On est amené à en conclure que des terrains du littoral peuvent être marécageux, non à cause du voisinage de la mer, mais par suite de la présence d'eaux souterraines, et seraient assainis si l'on parvenait à les débarrasser de ces eaux en recherchant les sources à un niveau plus élevé, et leur donnant un cours régulier.

*Marche envahissante de la mer.* Le même phénomène qui se produit en France sur les côtes du golfe de Gascogne a lieu sur celles de l'Italie : tous les ports sur l'Adriatique, toutes les embouchures des fleuves s'ensablent d'une manière générale et continue; il se forme des dunes qu'on n'arrive à fixer qu'à l'aide de plantations de pins. Il en est de même pour la côte occidentale; ainsi, d'après une opinion assez accréditée, le mont Circé était jadis une île que des dunes ou *relitti di mare* seraient venues peu à peu relier à la terre ferme, formant en arrière les marais qui ont reçu le nom de marais Pontins.

Pour s'opposer à l'ensablement de l'embouchure des canaux de dessèchement, on a employé en plusieurs points le système proposé jadis par M. Afan de Rivera, système consistant à prolonger le canal en mer avec une largeur un peu réduite, en le protégeant par deux files parallèles de pieux et palissades ou clayonnages, réglées au niveau des plus basses marées.

Ce moyen a été appliqué notamment à l'embouchure des *Regii lagni*, près de Caserte; le succès en est discuté.

*Procédés d'améliorations.— Dessèchements. — Irrigations. — Colmatage.* M. Pareto examine les divers procédés d'épuisement que l'on emploie. Il cite d'abord les pompes, comme celles usitées en Hollande dans les *polders* ou marais, pour élever l'eau à un niveau supérieur à celui où on la prend, puis la rejeter au loin en s'en servant pour des irrigations; ces pompes sont d'un bon emploi, en général, à condition qu'on installe la machine assez bas, à cause du tassement. Près d'Altamura (terre de Bari), on a desséché très-bien et avec rapidité un étang d'une certaine étendue au moyen d'une pompe mue par l'eau.



Viennent ensuite les fossés ou canaux avec barrages à clapets (système également employé en Espagne dans les *vegas* ou vallées basses le long des fleuves); l'eau coule (fig. 1) quand la marée est vers son minimum; mais quand elle remonte, ou s'il n'y a pas de marée, quand le fleuve où se jette le canal est en crue, le clapet se referme. Dans les provinces napolitaines, ces canaux reçoivent le nom de *lagni*. Quelquefois les travaux de canalisation sont immenses, même ceux qui existent depuis des siècles; ainsi la *bonification* de Bentevoglio (province de Reggio) comprend de larges canaux d'un grand développement, très-bien tracés, qui s'entre-croisent d'une manière presque inextricable et passent les uns sous les autres au moyen de ponts. Un certain endroit se nomme *dei sette ponti*, parce qu'il s'y trouve sept ouvrages sur autant de canaux dans un très-petit espace.

Aux abords du torrent de Nola (terre de Labour), dans une circonscription peu étendue, le développement des canaux, grands ou petits, atteint 222 kilomètres.

Il existe dans la terre d'Otrante un canal qui se trouve en souterrain sur 1,898 mètres, il date de quarante-cinq ans; on en projette aux environs un de 1,375 mètres dans les mêmes conditions. Il en est nombre d'autres plus petits.

Quelquefois même ces canaux passent en souterrain sous des fleuves assez larges.

On a pensé aussi, dans certaines provinces, à des pompes à vapeur, quand il s'agissait de *confidenze* ou ensemble considérable d'opérations de *bonification;* mais ce n'a été appliqué que d'une manière imparfaite, excepté dans la Polésine vénitienne, où d'immenses marais ont été desséchés, assainis et sont irrigués par 23 machines faisant marcher 8 turbines, 3 pompes et 12 roues à godets ou norias, et d'une force totale de 687 chevaux; la plus forte étant de 120 chevaux et la plus faible de 5 seulement.

Enfin quelques épuisements et irrigations se font, comme dans les environs de Gênes, au moyen de *grues* ou *cigognes*[1]. Je ne parle pas de l'irrigation à l'aide de la pelle à eau, qui ne sert que pour des jardins peu étendus.

En beaucoup de cas, la meilleure méthode pour assainir le sol marécageux n'est pas d'en soutirer l'eau, mais bien d'opérer par voie de *colmatage*, c'est-à-dire d'exhausser peu à peu le sol par un dépôt non interrompu de limon fourni par un fleuve ou un torrent voisin.

Le colmatage est d'un emploi très-fréquent.

*Valeur des terrains. — Prix de ferme.* M. R. Pareto s'est rendu compte des prix de vente et de fermage par hectare pour les divers terrains secs, irrigués, marécageux, etc.; ces prix subissent d'énormes variations, Il est assez curieux de jeter un coup d'œil sur les chiffres obtenus par lui

1. Appareil très-primitif, composé d'un poteau vertical fiché en terre, et portant à sa partie supérieure une entaille où se meut une longue perche aux extrémités de laquelle on suspend un seau et un contre-poids.

pour quelques-unes des provinces de l'Italie, chiffres que j'ai groupés, pour faciliter la comparaison, dans le tableau ci-dessous. Je ne veux pas entrer ici dans de longs détails et ne m'occuperai pas des cinquante-neuf provinces, mais seulement de celles qui intéresseront le plus notre sujet :

| | PROVINCES. | Terrains secs, bois, châtaigners, vignes, blés, chanvre. | | Marais assainis, irrigués, rizières. | | Marais ne produisant que de l'herbe naturelle. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Prix de vente. | P. de ferme. | P. de vente. | P. de ferme. | P. de vente. | P. de ferme. |
| A | Coni....... | 600 | ........ | 1000 | ........ | 10 | |
| A | Id....... | 2630 | ........ | 3420 | ........ | 1140 | |
| A | Alexandrie... | 1500 | ........ | 4500 | ........ | 500 | |
| A | Sondrio..... | 2000 | ........ | 2800 | ........ | 400 | |
| A | Pavie....... | 2000 | 90 | 5000 | 225 | 800 | 60 |
| A | Milan....... | 4500 à 5250 | 100 | 7500 | 250 | 900 | 50 |
| A | Modène..... | 1500 | ........ | 5400 | ........ | 500 | |
| A | Id....... | 2800 | ........ | 3500 | ........ | 1200 | |
| A | Aquila...... | 1400 | ........ | 4080 | ........ | » | |
| A | Foggia...... | 7300 | ........ | ........ | ........ | 280 | |
| A | Terni...... | 260 | ........ | 800 | ........ | » | |
| A | Caserte..... | ........... | 75 | ........ | 115 | ........ | 10 |
| A | Lucques..... | 2800 | ........ | 4600 | ........ | 1000 | |
| A | Girgenti.... | 600 | 45 | 5400 | 1250 | » | |
| A | Catane...... | 150 | 8 | 610 | 120 | 80 | 4 |
| B | Pavie....... | 600 | 30 | 1500 | 90 | 400 | 30 |
| B | Salerne..... | 4500 | ........ | 7000 | ........ | 5700 | |
| B | Parme...... | 1500 | ........ | 2200 | ........ | 1200 | |
| B | Naples...... | ........... | 200 | ........ | 400 | ........ | 300 |
| C | Bologne..... | 1850 | ........ | 1350 | ........ | 900 | » |

On remarquera, pour toute la partie du tableau groupée dans l'accolade A, la différence considérable qui existe entre la valeur des terrains irrigués après avoir été assainis, et celle des terrains secs; mais surtout entre ces derniers et les marais non desséchés, non améliorés. Ainsi, aux alentours de Coni, l'hectare de marais ne vaut que 10 liv.[1]; on paye 600 liv. l'hectare de terrains secs et 1,000 liv, celui de rizières ou terrains irrigués. A Foggia, le marais vaut 280 liv.; les autres terrains 7,300 liv.; à Catane, les premiers, 80 liv., les seconds, 610 liv. Dans chaque catégorie, la valeur des terrains de même nature subit des variations très-notables; ainsi, dans la première colonne, nous allons de 150 liv. à 7,300 liv.; dans la troisième, de 610 liv. à 7,500 liv.; dans la cinquième, de 10 liv. à 1,200; mais toujours la même proportion se maintient, du moins approximativement, entre les diverses natures, et quoique sur cinquante-neuf provinces notre tableau ne fasse mention que de treize, il en est de même dans les autres, excepté pourtant dans celles que nous avons réunies par

1. La livre monnaie italienne vaut 0 fr. 84.



l'accolade B, où l'hectare de marais se vend presque aussi cher que celui de terrain sec et s'afferme même davantage (Naples); mais cela est tout particulier à ces quatre provinces, de même que c'est seulement auprès de Bologne, et dans certains cantons près de Crema, que les terrains secs ont plus de valeur que les terres irriguées. Malgré ces exceptions, il reste donc avéré que, dans cinquante-quatre provinces italiennes, autant le propriétaire tire peu de revenu du sol qui lui appartient et n'a, d'ailleurs, qu'une fortune limitée quand l'eau règne en maîtresse dans ses propriétés, autant il devient riche quand des dessèchements, puis des irrigations bien entendues sont venus donner à ce sol improductif une fertilité inespérée, y ont produit une végétation luxuriante[1].

*Culture des divers terrains.— Produits obtenus en dehors de la culture*, etc. — M. Pareto passe en revue les cultures dont sont susceptibles les terrains des diverses catégories. Les marais donnent une herbe naturelle, fine, mauvaise, mais abondante, qui ne sert, en général, que pour faire la litière; toutefois, dans quelques provinces, on fait manger cette herbe aux bestiaux, et comme alors elle acquiert une certaine valeur, le prix du sol qui la produit s'élève; c'est ce qui explique l'exception dont nous avons parlé plus haut pour les provinces de l'accolade B.

Parfois aussi les marais sont recherchés pour en extraire la tourbe, qui sert comme fumier dans les autres terrains.

A propos de marais, notons-en un qui se trouve dans une situation exceptionnelle : c'est celui qu'on nomme les *lagunes* ou *valli* de Comacchio.

Depuis les temps les plus reculés, la pêche y forme une branche importante de la fortune publique; la première pêche régulière date de 1373. Depuis cette époque, la ferme des *valli* d'eau salée a varié de 62,000 écus romains (l'écu vaut 5 fr. 35) à 10,000, puis à 61,000, suivant que l'entretien des digues et canaux était ou nul ou bien dirigé. Depuis 1827, le gouvernement pontifical n'en a trouvé que 13,000 écus.

La partie orientale a toujours contenu de l'eau salée. Pour la partie occidentale, elle servait jadis d'écoulement aux eaux de la Polésine de Saint-Georges par les valli Mezzano, Galare et Volta, d'où elles passaient dans le Pô de Volano (fig. 3); la digue Trebba formait la limite. Depuis 1750, l'État, pour augmenter ses revenus, introduisit l'eau salée partout, en donnant une indemnité aux propriétaires, et affermant aux pêcheurs les 30,000 hectares, surface totale des lagunes de Comacchio.

Actuellement les canaux de la Polésine se déversent presque tous dans le valle del Mezzano par des orifices à clapets percés dans les digues des lagunes; mais, faute d'écoulement, le niveau de l'eau y est toujours élevé, et sur les bords, au pied de la digue, les bourrasques accumulent une énorme quantité de limon; de sorte que, lorsque les clapets fermant les canaux devraient s'ouvrir, ce qui est fort rare, par suite d'un abaissement

1. En Calabre, près de Crotone, le terrain se fend, dans toutes les directions, sur environ 39 kilomètres de longueur et 2 de largeur. Les fentes sont nombreuses, larges et profondes, de manière à rendre périlleux un trajet à travers champs; elles dégagent des gaz méphitiques. Ces fentes ne se produisent jamais dans la saison des pluies.

du niveau de l'eau, il faut encore les dégager de la fange et y tracer des rigoles que chaque marée vient combler.

Il est impossible de ne pas songer immédiatement à l'application d'engins d'épuisement puissants, norias, pompes, etc., comme seul remède pour enlever les eaux de la Polésine. Quant aux valli de Comacchio, le colmatage y est difficile, parce que les digues qui préservent les cantons voisins empêchent les torrents de ces cantons d'apporter leur tribut de limon aux lagunes; l'amélioration y est lente et coûteuse. L'eau d'irrigation manque, parce qu'on n'ose point percer la digue maîtresse du Pô, de peur de déterminer des ruptures, et l'eau potable doit être apportée de très-loin par des barques. A cela il n'y a guère de remède. Aussi ne faut-il pas songer à dessécher d'une manière complète les lagunes, d'autant plus que, le riz venant moins bien dans les terrains récemment desséchés, les habitants n'y consentiraient pas. On doit se borner à opérer sur une partie, et pour le reste, y améliorer la situation de la pêche.

Dans certaines provinces, Bologne, par exemple, les terrains dits *secs* ne le sont pas complétement; ils sont submergés pendant des inondations de peu de durée; on y marie, dans les cultures, la vigne avec les arbres plantés en longues avenues (*longhissime file d'alberi*), principalement avec les ormeaux; et dans leurs intervalles, si la terre n'est pas trop compacte, on fait alterner le chanvre et le maïs. Si le sol est plus argileux, on fait se succéder le blé, le chanvre, puis les légumes; la terre est travaillée à la charrue, puis à la bêche; on nomme cette façon la *ravagliatura*.

Dans quelques pays on a l'habitude d'irriguer les prairies : ainsi près de Lomellina, seulement aux alentours de la ville, de grandes et belles prairies formant 13,000 hectares sont arrosées par des sources. Dans d'autres pays on s'en abstient. Les terres irriguées produisent, en général, outre le riz, de la garance, du coton, des blés, des mûriers, du lin, du chanvre, du ricin, des pommes de terre, des oignons, des concombres, des melons, des citrouilles, du maïs, des orangers, etc.

*Diverses méthodes employées déjà pour se procurer l'eau pour les irrigations.* Lorsqu'il s'agit de faire les irrigations avec l'eau d'un fleuve, il surgit souvent une difficulté provenant de la très-grande augmentation du débit pendant l'hiver: tel cours d'eau, comme la Marecchia, écoule 80 mètres cubes par seconde en été et 390 dans ses grandes crues. Quand on le peut, néanmoins, on emprunte l'eau des fleuves. Celle des canaux ne donne pas les mêmes variations, mais on n'a pas toujours un canal à proximité. Lorsqu'on n'a, dans une contrée, ni fleuve, ni canal, ni sources et ruisseaux en quantités suffisantes, on est conduit à l'idée de créer des réservoirs; par exemple, en barrant une vallée à sa partie inférieure, pour y laisser accumuler les eaux de pluie. On élève les eaux pour irriguer les alentours au moyen de machines *ad hoc;* mais cela est on ne peut plus malsain. Dans le cas de cette dernière méthode, les habitants cultivent alternativement, dans les parties hautes du réservoir, lorsqu'il ne renferme que peu d'eau, du riz et de l'herbe naturelle qui s'utilise comme

litière; c'est la *coltivazione umida*. Dans certaines localités il est même impossible de faire abandonner cette culture, qui est une richesse; car l'herbe naturelle sert d'engrais, et cet engrais est nécessaire non pas quand on veut avoir du riz, mais quand on veut produire la canne, qui est employée dans les distilleries, dans les fabriques de nattes, de siéges, de chaises, etc., et dont la feuille, comme en Provence, est la nourriture des animaux.

Quand de tels terrains marécageux se vendent cher, il n'y a pas lieu de songer à les améliorer, malgré leur insalubrité; mais il faut remarquer que leur valeur même tient à leur peu d'étendue, et cela ne se présente que dans deux ou trois provinces dont les habitants demandent bien qu'on leur procure des écoulements (*emissarii*) faciles, qu'on prenne des mesures contre les inondations qui peuvent leur être nuisibles, mais ne souffriraient pas qu'on touchât à leur agriculture.

Il est inutile d'ajouter que, dans tout travail d'amélioration, on doit tenir compte de la question de dépense, et lorsque les bénéfices d'une opération sont douteux il faut reculer, à moins que des considérations d'un ordre plus élevé ne déterminent une décision contraire.

On obtient quelquefois l'eau pour les irrigations en établissant un barrage en travers d'un fleuve et construisant en amont un réservoir; mais c'est un travail fort coûteux et qui ne peut guère s'entreprendre dans le seul but d'irriguer les terres avoisinantes; il n'est praticable que lorsque, par exemple, le fleuve menaçant une ville de destruction pendant ses crues, ce travail peut servir à deux fins, grâce à des combinaisons plus ou moins ingénieuses.

*Améliorations réclamées par les colons. — Canaux. — Eaux potables*, etc. La plupart du temps, les améliorations réclamées par les habitants se résument en ce peu de mots : meilleure disposition de quelques canaux, soit pour les irrigations seulement, soit pour les irrigations et en même temps pour le colmatage des terrains au moyen du limon des fleuves; entretien soigneux de ceux qui existent, drainage des terrains aquifères un peu élevés, réunion des eaux de sources utilisées ensuite pour les irrigations et les fabriques. — Il est de fait qu'en beaucoup de cantons les canaux déjà creusés sont le moyen le moins dispendieux d'amélioration, et qu'ils ont été bien tracés en général. Il y aurait parfois quelques changements de direction à étudier, quelques curages à faire; parfois aussi le terrain desséché a baissé, s'est fendu et les fossés se sont comblés par un soulèvement du fond (ceci s'est passé et se passe encore; notamment auprès de Ravenne, le sol baisse de $0^m,15$ par siècle); alors ce n'est plus un simple curage à faire, mais un nouveau déblai. Parfois encore les canaux collecteurs ne suffisent plus, à cause de l'abondance des eaux qui s'y réunissent, et il y aurait lieu de diviser le collecteur en deux branches. Dans un grand nombre de villages, l'eau qu'on boit est malsaine et engendre beaucoup de maladies; il faudrait, dit avec raison M. Pareto, rechercher, en creusant les sources d'eau potable, et amenées à la surface du sol, leur donner un écoulement par canaux au lieu de

leur écoulement souterrain; l'eau servirait à irriguer les terrains inférieurs. Lorsque la couche aquifère n'est pas à une profondeur trop considérable, on pourrait, comme aux environs de Modène, se procurer l'eau au moyen de forages artésiens.

*Cas particulier des marais sur le bord de la mer.* Sur le littoral, la question du desséchement se complique davantage; ainsi certains marécages ont leur fond à $0^m,70$ au-dessous du niveau des marées des syzigies; il est clair qu'on ne peut y cultiver que les bosses, qui sont, en général, à découvert pendant l'été, et donnent de l'herbe, du pacage; la culture a dû se réfugier sur les dunes[1] qu'on aperçoit couvertes de bois, de vignes et de vergers. C'est dans ces marais que les pompes à vapeur pourraient être souvent appliquées avec avantage. Mais il arriverait quelquefois que le sol mis à nu serait infertile; ce serait alors le cas de recourir au colmatage. Lorsque le fond n'est que peu au-dessous du niveau des marées, et que la configuration du terrain le permet, on pourrait, selon M. Pareto, ouvrir deux canaux (fig. 2) communiquant à la mer; l'eau arriverait par l'un et sortirait par l'autre, ce qui l'empêcherait de se corrompre, et le colmatage se ferait mieux que lorsque l'eau doit entrer et sortir par la même issue.

*Colmatage.* L'amélioration des terrains bas par colmatage est d'une durée très-longue; ainsi il faut fréquemment parler de quatre-vingts ou cent ans; mais la dépense des pompes serait-elle payée par le revenu? Ajoutons que, d'ailleurs, dès que le colmatage a produit une couche de $0^m,40$ à $0^m,50$ d'épaisseur, les terrains ont déjà acquis une grande fertilité et l'on peut en retirer des produits notables; mais alors il faut que l'État y autorise la culture du riz pendant la durée de l'opération, afin que l'argent dépensé ne reste pas trop longtemps improductif. Ces rizières n'étant point perpétuelles, mais *accidentelles*, comme on les nomme en Italie, et pouvant être supprimées quand le colmatage serait plus avancé, ne seraient qu'un inconvénient momentané pour la santé publique.

*Procédé de desséchement à expérimenter.* On pourrait dans diverses localités, avec économie, employer, pour obtenir un desséchement, un moyen autre que les canaux ou les pompes. Partout où le sous-sol est formé de roches calcaires présentant des failles nombreuses, il y aurait lieu de tenter ce qui a été expérimenté plusieurs fois dans les parties basses de certains marécages; on forerait des trous jusqu'à la rencontre d'une faille par où l'eau pût trouver une issue. Dans la province de Bari on a parfaitement réussi, et c'était le seul remède applicable; car, à cause des montagnes, l'ouverture de canaux était chose impossible, et le colmatage à bras, de même que l'installation de pompes, serait revenu à un prix beaucoup trop élevé.

1. Plusieurs dunes sont plantées en pins, ce qui paraît donner de bons produits; il y a par hectare de 100 à 200 pins qui poussent vigoureusement jusqu'à 100 années, âge auquel ils valent environ 80 livres. — D'autres fois les dunes sont plantées en tamarin.



*Remarque sur la salure des terrains du littoral.* Il existe souvent, sur la surface des eaux qui couvrent les marais, des mottes flottantes de terre et d'herbes; quand on soutire les eaux, ces mottes se soudent entre elles et sont susceptibles de la plus grande fertilité.

Dans le cas de marais situés au bord de la mer, on a remarqué que le peu de salure qui reste dans quelques parties du sol va diminuant rapidement avec le travail et la culture, *contrairement* à ce qui résulte d'observations faites dans le midi de la France par M. de Gasparin; il avait observé que dans des terrains salés, malgré des irrigations d'eau douce et pendant de très-longues années, il continuait de se former à la surface du sol des efflorescences qui nuisaient au développement des céréales.

Cette observation ne peut donc être prise comme règle générale.

*Quelques détails sur le volume et le prix de l'eau nécessaire pour les irrigations.* La quantité d'eau dont il faut disposer pour obtenir la meilleure irrigation n'est pas parfaitement déterminée. Voici les renseignements que donnent les habitants de plusieurs vallées à rizières où l'écoulement est faible : il faudrait annuellement faire trois arrosages, produisant en total une nappe de $0^{m},25$ de hauteur. Ce chiffre semble considérable, et malgré qu'une portion de l'eau se perde par évaporation, on conçoit difficilement qu'il soit exact, car en volume cela revient à $2{,}500^{m^3}$ par an et par hectare.

Dans quelques circonscriptions où l'on mesure au débit par seconde, on dit qu'il faut au sol $0^{l},50$ pendant cette unité de temps, et que le prix varie de 3 liv. à 25, le tout par hectare.

Des agriculteurs sérieux donnent les chiffres suivants : $1^{m^3},00$ par seconde pour 1,000 hectares de cultures variées, ou un litre par hectare. Pour prix, selon les uns 500 liv. par an, selon les autres 720 liv. pour un débit de 35 litres par seconde, ce qui revient soit à $14^{l},28$, soit à $20^{l},57$ par hectare, dépense qui n'est pas relativement élevée.

D'autres cultivateurs indiquent les chiffres de $425^{m^3},00$ par hectare de prés et de $1{,}110^{m^3},00$ par hectare de rizières, cube un peu fort et qui n'est pas en rapport avec la dépense de 20 liv. par hectare qui paraît faible.

A Forli la même dépense s'élève à 50 liv. par an;

A Aquila à $12^{l},50$;

A Lucques, l'eau est vendue aux propriétaires par l'État au prix de $8^{l},40$ pour la première irrigation de l'année, et $5^{l},60$ pour les deux autres, soit $19^{l},60$ pour l'ensemble de ces opérations.

Dans les vallées qu'arrose le canal de Farno (ancien royaume de Naples), voici les différents prix :

$4^{l},68$ par heure pour l'eau prise au moyen de petits canaux;
$0^{l},42$ id. pour l'eau prise avec des seaux;
$16^{l},80$ par an par chaque *moggio* (ou $0^{h},338$) avec canaux, soit $49^{l},70$ l'hect.;
$8^{l},40$ id. id. avec seaux, soit $24^{l},85$ id.;
$12^{l},60$ à $15^{l},00$ id. id. avec les machines *idrofori* ou élévatoires, soit de $37^{l},28$ à $44^{l},37$ par hectare.

*Améliorations exécutées ou en voie d'exécution.* Il peut être utile de mettre sous les yeux, comme exemple, un desséchement entrepris dans le bassin inférieur du Sele (province de Salerne). Il existe, à droite du fleuve, trois lacs : ceux de la Fonte de 70 hect., de Averiano couvrant 530 hect., et les lac et marais de Campolungo d'une superficie de 470 hect.; à gauche est le marais de Pestane, qui occupe 1,400 hect. On a reconnu que les trois premiers peuvent être améliorés par voie de colmatage; pour le marais de Pestane, on a résolu de le dessécher par un canal aboutissant à la mer. Annuellement la *bonificazione* coûte aux communes, aux compagnies et aux particuliers 82,500 liv. environ; en 1862-63, le gouvernement a ajouté à cette somme 103,000 liv. comme subsides. Malgré les dépenses énormes déjà faites et le peu de résultats obtenus, puisque rien n'est encore terminé, les populations, persuadées du bénéfice très-important qui résultera pour tous de l'achèvement des travaux entrepris, ne se découragent point. Le colmatage du lac de la Fonte, commencé depuis sept ans, a produit déjà un exhaussement du sol de $0^{m},65$ en moyenne, et on peut affirmer qu'il sera fini dans quatre années, parce qu'on fait des travaux de conservation; le limon vient de deux torrents voisins.

On produit le colmatage des deux autres lacs par le limon du fleuve Sele lui-même; de longue date on a ouvert une dérivation du fleuve dans ce but, sans reculer devant de coûteux ouvrages d'art, pont tournant et ponts ordinaires assez importants, puisque le canal a 8 mètres de largeur au plafond; ce canal terminé, quand il ne servira plus au colmatage, sera utilisé pour les irrigations. Sur 7 kilomètres de parcours, plus de 4 sont exécutés.

Le canal du marais de Pestane à la mer n'est que commencé. On évalue qu'il faut encore dépenser, pour mener l'opération à bonne fin :

| | |
|---|---|
| Pour le colmatage et les canaux à droite du Sele. . . | 212,500 liv. |
| Pour le canal de Pestane à la mer. . . . . . . . . . . | 500,000 |
| Pour les irrigations des plaines environnantes . . . . | 650,000 |
| Ensemble. . . . . . . . . | 1,362,500 |

En totalité, depuis l'origine, l'amélioration de ces 2,470 hectares aura coûté 2,200,000 livres, soit $890^{l},50$ par hectare; mais le sol marécageux de ces cantons était presque sans valeur, tandis qu'une fois amélioré et irrigué il devra se rapprocher de la valeur; des terrains analogues dans les autres parties de la province, valeur qui atteint parfois 7,000 liv. l'hectare. Si la persévérance des habitants est couronnée de succès, comme il y a lieu de l'espérer, ils auront donc fait une opération lucrative, tout en faisant disparaître les causes des maladies qui les déciment.

Les irrigations de la Lombardie, bien connues d'ailleurs, n'ont pas été obtenues sans d'énormes dépenses; ces plaines, à gauche du Pô, attendu leurs conditions physiques, réclamaient énergiquement un arrosage; car leur sol est d'une nature extrêmement perméable, et dans l'été, sauf

quelques pluies d'orage, rien ne vient les rafraîchir des ardeurs du soleil; tandis que les rivières qui les sillonnent, descendant des montagnes où règnent les neiges éternelles, portent leur inutile tribut au Pô. Ces rivières coulent encaissées dans des lits profonds. Depuis sept siècles, l'industrie des habitants, sans se laisser effrayer par les difficultés, a entrepris ce magnifique réseau de canaux qui fertilise la plaine. Chaque canal a une faible pente, tandis que le lit de ces rivières ou torrents en a une très-forte; le canal côtoyant le cours d'eau, son fond arrive ainsi assez promptement au niveau du sol.

Cet ensemble d'irrigations, le plus beau qu'il y ait au monde, verse journellement pendant l'été 45 millions de mètres cubes d'eau, soit $521^{m^3},00$ par seconde (volume de la Seine à 3 mètres au-dessus du zéro du pont de la Tournelle) sur 550,000 hectares de terrains, ou $0^{l},95$ par seconde et par hectare.

Les parties plus hautes, qu'il n'a pas été possible d'arroser, ne renferment encore que des landes incultes, des bruyères, des broussailles.

Le *Canal Cavour*, qui vient d'être inauguré le 24 décembre 1865 et qui permet d'arroser les terrains secs et brûlés par le soleil dans les provinces de Novare, d'Alexandrie et de Pavie, est encore un exemple digne d'être cité.

Ce canal, de 40 mètres de largeur, s'étend sur 85 kilomètres de longueur; il prend les eaux du Pô, près de Chivasso, et répand plus de 100 mètres cubes par seconde, sur environ 200,000 hectares de terrains situés dans les parties septentrionales des provinces que nous venons d'indiquer; c'est presque la même quantité que reçoivent les terres irriguées de Lombardie.

Les eaux sont ensuite déversées dans des canaux secondaires, que la compagnie du Canal Cavour a rachetés à l'État au prix de *vingt millions*, et qui se ramifient sur 700 kilomètres dans les parties méridionales des provinces. Ces eaux contiennent des principes plus fertilisants et ont une température plus élevée que celles qui arrosaient naguère ces plaines; en outre, elles sont beaucoup plus abondantes. De tous côtes les riverains demandent à participer aux bénéfices de l'irrigation, malgré le prix élevé fixé annuellement par hectare (65 à 75 fr. pour les prairies et autres récoltes, excepté les rizières, pour lesquelles le tarif varie de 100 à 110 fr.); mais leur désir est facilement explicable, l'hectare non irrigué ne dépassant pas 2,000 fr. en vente et 60 en location, tandis qu'on afferme couramment 380 fr. le terrain irrigué, dont la valeur vénale atteint 8,000 fr.

On évalue à 60 millions l'augmentation de revenu des cantons récemment fertilisés au nord et au sud dans les trois provinces. N'oublions pas de dire que, outre ce bel ensemble d'irrigations dont la Compagnie concessionnaire a doté ces circonscriptions, les forces motrices créées sur un grand nombre de points sont encore une cause de revenus notables pour elle, et de prospérité pour le pays.

Des ingénieurs s'occupent en ce moment d'un projet consistant à

réunir les divers lacs de la Suisse et de la Lombardie au Pô et au Tessin à l'aide du canal Cavour.

On projette également de faire dans le sud de l'Italie de grands travaux analogues à ceux que l'on vient de mener si heureusement à bonne fin dans le nord; ce second projet surtout me paraîtrait devoir accroître, dans d'énormes proportions, les revenus de la péninsule.

En résumé, le talent de celui qui s'occupe de l'amélioration des terrains dont nous parlons consiste à combiner heureusement les divers moyens qu'il a à sa disposition : drainage pour les terrains aquifères, forages pour amener à la surface du sol et diriger à son gré les sources qui ont un écoulement souterrain inutile ou nuisible; pompes à eau, pompes à vapeur, machines élévatoires quelconques, canaux et fossés pour les marais à assainir et les irrigations à établir, colmatage pour les lacs et étangs, voire même pour les fleuves dont le lit est trop large [1], endiguement pour les cours d'eau [2], à moins qu'il ne soit préférable de leur creuser un nouveau lit.

Un mot, avant de terminer, sur les tableaux annexés au travail de M. Pareto.

Les deux premiers sont à très-peu près composés des mêmes colonnes, mais l'un est extrêmement détaillé, les résultats y sont indiqués canton par canton; l'autre, le second, est plus succinct et donne les mêmes chiffres groupés par provinces. Nous n'indiquerons que les résultats les plus frappants.

( *Voir page suivante.* )

1. On a dans quelques provinces conquis sur des cours d'eau, au moyen de digues et de colmatage, la moitié de leur lit, qui est maintenant rendu à l'agriculture.

2. Les inondations ne ravagent pas toujours les campagnes; trois mois à peine s'étaient écoulés depuis l'inondation de 1856, que la vallée du Rhône présentait des plaines magnifiques et verdoyantes. Ce qui ravage les terres, en beaucoup de cas, c'est la rupture des digues qu'on avait crues insubmersibles, et construites comme telles. Ces digues rompues, leurs débris jonchent le sol sur une grande surface. Il faut donc, avant d'entreprendre ces grands travaux, se bien rendre compte de leurs inconvénients comme de leurs avantages.

| | PROVINCES. | Superficie totale. | Terrains submergés | | Marais | | | Marais en totalité 4, 5, 7. | Rizières | | | Terres irriguées par | | | | Proportion sur 1000 hect. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Lacs. | Étangs dessé-chables. | vierges. | amé-liorés. | en amé-lioration. | | perpé-tuelles. | acciden-telles | en totalité 9, 10 | les fleuves. | les canaux. | des sources. | en totalité 11, 12, 13, 14. | marais. | rizières. | irri-gations. |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) |
| Forte proportion de marais, rizières et irrigations. | Bologne....... | 360.380 | » | 208 | 23.123 | 15.564 | 19.439 | 42.770 | 3.084 | 3.874 | 6.958 | 6.087 | 11.163 | 1.486 | 25.694 | 118.68 | 19.31 | 71.30 |
| | Ferrare....... | 261.623 | 35.259 | 14.000 | 51.436 | 21.599 | 46 | 65.482 | 396 | 306 | 702 | 50 | 600 | 7 | 1.359 | 250.29 | 2.68 | 5.19 |
| | Chieti......... | 286.146 | 5.000 | 6.760 | 39.127 | 128 | 450 | 46.337 | 50 | » | 50 | 142 | 163 | 211 | 566 | 161.93 | 0.17 | 1.97 |
| | Lucques....... | 149.364 | » | 5.972 | 5.911 | 292 | 507 | 12.390 | 338 | 169 | 507 | 7.791 | 16.038 | 890 | 25.229 | 82.95 | 3.39 | 168.91 |
| | Pavie......... | 332.951 | 232 | 200 | 10.440 | 2.131 | 125 | 10.765 | 24.254 | 10.627 | 34.881 | 5.703 | 62.926 | 18.630 | 122.140 | 32.33 | 104.76 | 366.84 |
| | Milan......... | 299.254 | 1.000 | 4.416 | 9.432 | 12.212 | 457 | 14.305 | 32.427 | 21.071 | 53.498 | 61.867 | 109.373 | 23.177 | 247.915 | 47.80 | 178.77 | 828.44 |
| | Novare........ | 654.350 | 365 | 937 | 3.419 | 5.766 | 1.088 | 5.444 | 39.479 | 9.978 | 49.457 | 13.123 | 82.412 | 11.731 | 156.723 | 8.32 | 75.58 | 239.51 |
| Faible proportion id. | Pérouse....... | 963.286 | 13.220 | » | 2.988 | 12 | » | 2.988 | » | » | » | 2.288 | 1.188 | 2.327 | 5.803 | 3.10 | » | 1.12 |
| | Massa-Carrara.. | 176.046 | 83 | 200 | 171 | 446 | 116 | 487 | » | » | » | 1.106 | 1.604 | 163 | 2.873 | 2.77 | » | 16.32 |
| | Sienne........ | 379.342 | 2.295 | » | 49 | 2.033 | 413 | 462 | » | » | » | » | » | 105 | 105 | 1.22 | » | 0.28 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | Totaux pour les 59 provinces. | 25.932.032 | 163.877 | 210.447 | 358.317 | 208.401 | 79.197 | 763.951 | 116.435 | 65.395 | 181.830 | 225.610 | 686.772 | 263.565 | 1 357.677 | 29.46 | 7.01 | 52.36 |

Voici le 3e tableau complet.

| | GROUPES DE PROVINCES. | Proportion sur 1000 hectares des | | |
|---|---|---|---|---|
| | | MARAIS. | RIZIÈRES. | IRRIGATIONS. |
| 1 | *Haute Vallée du Pô.* — Coni. — Turin. . . . | 10.4 | » | 136.8 |
| 2 | *Vallée moyenne du Pô.* — Novare. Alexandrie. — Pavie. — Côme. — Sondrio. — Milan. — Plaisance. — Parme. — Bergame. — Brescia. — Crémone. — Reggio (Émilie). . | 20.0 | 36.5 | 201.4 |
| 3 | *Vallée moyenne du Pô; rive gauche.* — Novare. — Pavie moins Voghera. — Côme. Sondrio. — Milan. — Bergame. — Brescia. — Crémone. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 24.0 | 52.3 | 286.2 |
| 4 | *Vallée moyenne du Pô; rive droite.* — Alexandrie. — Plaisance. — Parme. — Reggio (Émilie). — Arrondissement de Voghera. . | 11.6 | 3.4 | 29.8 |
| 5 | *Vallée moyenne du Pô; provinces à gauche longeant le fleuve.* — Novare. — Pavie. — Milan. — Crémone. . . . . . . . . . . . | 25.1 | 96.6 | 416.9 |
| 6 | *Basse Vallée du Pô; rive droite.* — Modène. — Bologne. — Ferrare. — Ravenne. . . . . | 124.5 | 10.2 | 36.3 |
| 7 | *Partie italienne de la vallée du Pô.* . . . . . . . | 33.3 | 23.7 | 160.1 |
| 8 | *Provinces centrales bordées par l'Adriatique.* — Forli. — Pesaro. — Ancône. — Macerata. — Ascoli-Piseno. — Teramo. — Aquila. Chieti. — Campobasso. . . . . . . . . . . | 33.6 | 0.4 | 11.6 |
| 9 | *Provinces napolitaines bordées par la mer.* — Foggia. — Bari. — Lecce. — Potenza. — Cosenza. — Catanzaro. — Reggio (Calabre). — Salerne. — Naples. — Caserte. . . . . | 48.3 | 2.0 | 17.1 |
| 10 | *Provinces toscanes, bordées par la mer Méditerranée.* — Grosseto. — Pise. — Livourne. — Lucques. — Massa-Carrara. . . . . . . | 25.4 | 0.4 | 34.5 |
| 11 | *Provinces napolitaines, toscanes et ombriennes, non maritimes.* — Avellino. — Bénévent. — Pérouse. — Sienne. — Arezzo. — Florence. | 5.9 | » | 5.6 |
| 12 | *Provinces liguriennes.* — Gênes. — Port-Maurice. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2.9 | » | 21.1 |
| 13 | *Sardaigne.* — Cagliari. — Sassari. . . . . . | 32.2 | » | 1.8 |
| 14 | *Sicile.* — Palerme. — Trapani. — Girgenti. — Caltanisetta. — Noto. — Catane. — Messine. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19.6 | 0.4 | 12.1 |

La superficie totale du pays rendu malsain par les émanations des marais peut s'évaluer au triple de la surface de ces derniers, soit environ 2,300,000 hectares ou 88 pour 1,000 du pays entier.

Cette analyse succincte d'un ouvrage relatif aux améliorations exécutables dans les contrées marécageuses, peut avoir pour effet d'attirer l'attention des ingénieurs sur une question qui est pour ainsi dire à l'ordre du jour, sinon pour la France, du moins pour une de ses colonies. Dans une séance récente du Corps législatif, un député, parlant presque *de visu* de la Cochinchine, disait que la production actuelle du riz y est de 4 *millions* d'hectolitres et pourrait devenir cinq fois plus forte si le développement des rizières n'était arrêté par le manque d'eau pendant

six mois de l'année ; d'habiles irrigations pourraient rendre prospère la colonie naissante, car il s'agit d'un revenu considérable, puisque le riz qui se vendait 2 francs sous le gouvernement annamite est monté à 7 francs grâce à l'exportation, ce qui donnerait 80 millions de francs de plus pour 16 millions d'hectolitres.

A ce propos, voici les chiffres cités par M. Taillefer, comme frais de culture et rapport de l'hectare de rizière en Cochinchine :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Semence, préparation des terrains | 25f 00 | 135f 25 | 149f 00 |
| Labourage | 22 50 | | |
| Entretien, réparation des digues | 3 25 | | |
| Repiquage des plants de riz | 10 50 | | |
| Sarclage | 4 50 | | |
| Moisson | 32 » | | |
| Dépiquage, criblage | 37 50 | | |
| Impôt foncier | | 13 75 | |

L'hectare de rizières produit 50 hectolitres, lesquels à 6 fr. 25 c., donnent 312 fr. 50 c.

Le fermier qui cultive directement a pour bénéfice $312.50 - 149.00 = 163.50$, chiffre qui, comparé au prix de 214 fr. 00 c. de l'hectare en vente donne 76 p. 100. Quand la rizière est cultivée par métayage, le propriétaire bénéficie de $\frac{312.50}{2} - 13.75 = 142.50$ soit 63 p. 100 de la valeur du fonds, et le métayer a pour lui $\frac{312.50}{2} - 135.25 = 21$ fr. 00 c.

Ces chiffres ont leur éloquence.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur,
ancien Élève de l'École Centrale.

---

# LE VIADUC DE TAPTEE.

PLANCHE VI.

---

Le journal *the Engineer* publie quelques renseignements intéressants sur un immense viaduc qui vient d'être construit dans l'Inde, à quatre kilomètres environ de Bhosawul, sur la partie de la ligne qui va de Bhosawul à Boorampore (Inde), par MM. Ker et Wright, agents d'un habile entrepreneur anglais, M. Wythes.

Ce viaduc comprend 19 travées métalliques et 20 arches en maçon-

neric. 5 des travées métalliques, formant la partie moyenne du viaduc, ont chacune 43m.281 ; de chaque côté de ces travées il y a 7 autres travées de 18m.897 chacune; enfin, à la suite de ces travées, et à chaque extrémité du pont, 10 arches en maçonnerie de 12m.192 d'ouverture. La longueur totale du viaduc, y compris les piles et les culées, est de 771m.130, et la hauteur des rails au-dessus du sol est de 24m.993. Les maçonneries sont faites pour deux voies, mais les poutres métalliques ne sont faites que pour une voie; les maçonneries des piles, culées et murs en aile, sont faites en blocage et fondées sur la roche solide.

Dans les arches, les tympans sont en maçonnerie brute avec l'appareil en moellons, ainsi que les angles et les socles. La pierre employée est un trap d'excellente qualité, fourni par une carrière abondante qu'on a trouvée aux environs de l'ouvrage.

Les poutres sont faites sur le principe de Warren, avec la voie à la partie supérieure; elles ont été éprouvées avec la charge la plus forte qui puisse leur incomber. Pour obtenir le poids d'épreuve (4,164 kilogrammes par mètre courant), cinq des plus lourdes locomotives sans leur tender furent amenées sur le pont avec une charge de rails et d'eau, de façon à peser chacune 35,500 kilogrammes environ. Elles étaient attelées les unes aux autres et furent promenées sur le pont avec des vitesses variant de 3 à 26 kilomètres par heure.

Dans aucun cas la flexion ne dépassa 0m.0182 pour les poutres les plus longues, et 0m.0091 pour les poutres les plus courtes. Toutes d'ailleurs reprirent leur niveau après l'enlèvement de la charge.

Les poutres des travées du milieu furent construites sur le sol au niveau du lit de la rivière, puis élevées ensuite sur les piles, et grâce aux dispositions prises, il ne fallut que six heures pour élever et mettre chaque poutre à sa place définitive.

Les petites poutres furent construites sur les arches du viaduc, et amenées dans leur position sur des chariots glissant sur des rails; grâce à ce système les 7 travées à l'est furent complétement terminées en dix jours.

On a employé pour la construction de ce pont environ 24,500 mètres cubes de maçonnerie, 86,500 tonnes de fer et 425 mètres cubes de bois. La dépense s'est élevée à 2,595,000 francs.

C. T.

---





# ESSAI DES HUILES MINÉRALES.

**Nous avons annoncé, page 101, que MM. Salleron et Urbain avaient présenté à l'Académie des sciences un appareil pouvant servir à la mesure de la tension de vapeur des huiles minérales employées pour l'éclairage. M. Salleron nous communique sur cet appareil une Note que nous nous empressons de reproduire.**

Les reproches que l'on adresse à l'huile de pétrole, employée pour l'éclairage, et qui ont contribué à rendre son adoption difficile, sont d'être trop inflammable et de répandre en brûlant une odeur désagréable. Ces inconvénients, que présente en effet une assez grande partie des huiles que l'on trouve dans le commerce, sont dus, comme chacun sait, à la présence dans ces huiles de produits de densité trop faible et d'autres de densité trop forte, les premiers communiquant à l'huile leur grande inflammabilité, et les seconds exhalant, lorsqu'ils brûlent, une mauvaise odeur. Le mélange de ces produits est fait d'ailleurs le plus souvent dans des proportions telles que le liquide qui en résulte conserve une densité moyenne de 800 environ. Il s'ensuit évidemment que la recherche de la densité d'un échantillon d'huile de pétrole ne peut pas suffire pour en constater la pureté. Seulement, si par un moyen quelconque nous venons à reconnaître dans cette huile la présence d'essence[1], nous pourrons être certains qu'elle contient également de l'huile lourde; autrement sa densité eût été inférieure à celle que nous avons trouvée.

Pour rechercher si une huile donnée est de bonne qualité, et par suite si elle ne renferme pas d'essence, tous les procédés qui ont été proposés et employés jusqu'ici consistent à mesurer son inflammabilité, c'est-à-dire à déterminer la température à laquelle cette huile dégage des vapeurs inflammables. Mais cette mesure n'est que très-approximative, car les résultats que l'on obtient par ces méthodes dépendent de différentes circonstances qui ne peuvent être constamment les mêmes, telles sont : l'intensité de la flamme qui doit mettre le feu à l'huile soumise à l'expérience, la distance de cette flamme au niveau du liquide, la rapidité avec laquelle on chauffe ce dernier, etc., etc.

Le procédé que nous proposons pour effectuer ces essais est susceptible, au contraire, d'une sensibilité aussi grande qu'on peut le désirer. Il repose sur ce fait que, pour des liquides émettant des vapeurs inflammables, leur degré d'inflammabilité, à une certaine température, est proportionnel à la tension des vapeurs qu'ils émettent à cette température, ou en d'autres termes, qu'ils sont d'autant plus inflammables qu'ils sont plus volatils.

1. On considère généralement comme *essence* tous les produits obtenus dans la distillation du pétrole brut qui possèdent une densité inférieure à 735, et comme *huile lourde* ceux dont la densité est supérieure à 820; les produits intermédiaires entrent dans la consommation, sous le nom d'*huile à brûler*.



Pour l'huile de pétrole en particulier, il est facile de constater la corrélation qui existe entre son inflammabilité et la tension de sa vapeur. Nous avons dit que cette huile est constituée par une série de produits distillant à des températures de plus en plus élevées, variant de 150° à 250°, et dont les densités vont également croissant depuis 735 jusqu'à 820. Or, si l'on recueille à part ces derniers liquides, dont la densité varie de 800 à 820, leur inflammabilité est aussi faible que celle de l'huile de colza, et leur tension de vapeur est nulle à la température ordinaire. Ce sont donc les produits de densité inférieure à 800 qui communiquent au mélange constituant l'huile à brûler son inflammabilité et en même temps la tension de vapeur qu'elle possède, et l'une et l'autre seront d'autant plus grandes que cette huile renfermera des produits doués eux-mêmes d'une inflammabilité et d'une tension de vapeur plus considérables.

Pour montrer quel est sous ce rapport la variété des différents liquides que l'on peut extraire du pétrole, nous donnons ici les tensions de vapeur de plusieurs échantillons prélevés toutes les deux heures sur le produit de la distillation de 2,500 litres d'huile brute et leurs densités correspondantes, les échantillons étant pris parmi les liquides qui constituent l'huile pour l'éclairage.

| DENSITÉS DES LIQUIDES à 15°. | TENSIONS DE VAPEUR à la même température. |
|---|---|
| | millimètres d'eau. |
| 812 | 0 |
| 797 | 5 |
| 788 | 15 |
| 772 | 40 |
| 762 | 85 |
| 756 | 125 |

Ajoutons que l'huile elle-même résultant de cette distillation et du mélange de tous ces liquides possédait, à la même température de 15°, une densité de 800 et une tension de vapeur de 64 millim. d'eau, c'est-à-dire une sorte de moyenne entre les tensions de vapeur de ses éléments constituants.

Si nous soumettons au même genre d'essai les liquides de densité inférieure à 735 qui, par leur mélange, forment l'essence de pétrole, nous trouverons les nombres suivants :

| DENSITÉS DES LIQUIDES à 15°. | TENSIONS DE VAPEUR à la même température. |
|---|---|
| | millimètres d'eau. |
| 735 | 410 |
| 695 | 930 |
| 680 | 1185 |
| 650 | 2110 |

En observant dans les tableaux précédents avec quelle rapidité croissent les tensions de vapeur de ces différents liquides lorsque diminue leur pesanteur spécifique, et à mesure que nous passons des produits formant par leur réunion l'huile pour l'éclairage à ceux qui constituent l'essence, on peut apprécier toute la sensibilité dont est susceptible le procédé d'essai que nous proposons. De plus, autant la mesure directe de l'inflammabilité d'une l'huile comporte peu d'exactitude, autant la détermination de sa tension de vapeur est, comme on sait, susceptible d'une grande précision. Il restait donc à combiner un appareil peu compliqué, présentant le plus petit volume possible, et qui rendît cette détermination facile. Nous avons cru ne pouvoir mieux faire que de prendre pour modèle l'appareil proposé, il y a plusieurs années déjà, par M. Pouillet, pour la mesure des tensions de vapeur, en le modifiant quelque peu pour l'approprier à l'objet que nous avions en vue. Voici la description de l'instrument qui nous a servi pour ces recherches.

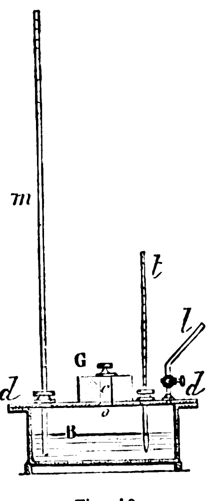



Fig. 19.

B est une petite boîte en cuivre que vient fermer hermétiquement le disque *d*, rôdé sur les bords. Ce disque donne passage à un tube manométrique en verre *m*, de 30 à 35 centimètres de longueur, divisé en millimètres, et à un petit thermomètre *t*. Il est en outre percé d'une ouverture circulaire *o*, qui peut être fermée ou servir de communication entre la boîte B et une petite chambre cylindrique *c*, percée dans le groupe G, en faisant glisser à droite ou à gauche ce dernier, qui est rôdé sur le disque *d*[1].

Pour faire une expérience, on verse dans la boîte B 50 centimètres

1. Nous ferons remarquer que l'appareil se compose de pièces pouvant toutes se démonter avec la plus grande facilité. Cette condition est nécessaire pour le nettoyage de ces pièces ; car, pour enlever l'huile de pétrole qui s'est attachée à leurs parois, le seul moyen est de les frotter avec un linge sec.

cubes d'eau, on amène la pièce G dans la position qui correspond à la fermeture de l'orifice *o*, puis on introduit dans la cavité *c* quelques centimètres cubes de l'huile à essayer. Cela fait, on ferme hermétiquement cette cavité et on plonge tout l'appareil dans un vase plein d'eau, afin de lui faire prendre une température bien uniforme, qu'il devra garder pendant la durée de l'expérience.

Lorsque ce résultat est atteint, on comprime un peu l'air contenu dans la boîte B, en soufflant par le tube *l*, muni d'un petit robinet, de manière à amener le niveau du liquide dans le tube manométrique en regard du zéro de sa graduation, puis on fait glisser la pièce G jusqu'à ce que l'ouverture *o* coïncide avec la partie inférieure de la petite chambre *c*. A cet instant, l'huile qui y était contenue tombe dans l'intérieur de la boîte B, et s'y trouve remplacée par un égal volume d'air. Le fait de l'introduction du pétrole ne peut donc rien changer à la pression de l'air contenu dans l'appareil C; mais à cette pression vient s'ajouter la tension de vapeur de l'huile qui s'est répandue à la surface de l'eau, augmentation de pression qui se trouve indiquée par le manomètre *m*. Lorsque la colonne *m* est devenue stationnaire, on lit la hauteur à laquelle elle est parvenue, et en même temps la température indiquée par le thermomètre *t*. On a ainsi en millimètres d'eau la tension de vapeur de l'huile à essayer correspondant à une température donnée[1].

Dès lors, on comprend facilement que si l'on connaît d'avance la tension de vapeur que donne à cette température une bonne huile prise pour type, on pourra de la comparaison des nombres exprimant les tensions de ces deux liquides, conclure immédiatement la valeur de l'échantillon sur lequel on a opéré.

C'est dans le but de faciliter cette comparaison que nous avons entrepris, avec l'appareil que nous venons de décrire, une série d'expériences pour déterminer les tensions de vapeur d'une même huile aux différentes températures comprises entre 0° et 35°. Cet échantillon, nous l'avons prélevé sur le produit de la distillation de 2,500 litres de pétrole brut, distillation que nous avons surveillée nous-mêmes avec le plus grand soin, afin d'obtenir une huile complétement exempte de tous les produits de densité inférieure à 735 et de tous ceux de densité supérieure à 820. Il ne faut pas croire cependant qu'il soit impossible de fabriquer industriellement le produit que nous avons ainsi obtenu. Nous en avons eu la preuve en soumettant au mode d'essai que nous venons d'indiquer différents échantillons d'huile de pétrole que nous nous sommes procurés chez les principaux fabricants de Paris; nous avons trouvé pour plusieurs des tensions de vapeur égales ou à peu près égales à celle que nous a donnée cette huile type. Un de ces échantillons nous a même fourni une tension plus faible.

1. Il est bien évident que la graduation du manomètre *m* doit être déterminée expérimentalement, car le fait même de l'élévation du liquide dans le tube *m* fait baisser le niveau de l'eau dans la boîte B, et par suite augmenter le volume occupé par le mélange d'air et de vapeur dont nous voulons mesurer la force élastique.



Voici les nombres représentant les tensions de vapeur de cette huile type aux différentes températures :

| TEMPÉRATURES. | TENSIONS DE VAPEUR en millimètres d'eau. | TEMPÉRATURES. | TENSIONS DE VAPEUR en millimètres d'eau. |
|---|---|---|---|
| 0 | 34.5 | 18 | 73 |
| 1 | 36 | 19 | 76 |
| 2 | 37.5 | 20 | 79 |
| 3 | 39 | 21 | 82.5 |
| 4 | 41 | 22 | 86 |
| 5 | 43 | 23 | 90 |
| 6 | 45 | 24 | 95 |
| 7 | 47 | 25 | 100 |
| 8 | 49 | 26 | 105 |
| 9 | 51 | 27 | 110 |
| 10 | 53 | 28 | 116 |
| 11 | 55 | 29 | 122 |
| 12 | 57 | 30 | 129 |
| 13 | 59 | 31 | 136 |
| 14 | 61.5 | 32 | 144 |
| 15 | 64 | 33 | 153 |
| 16 | 67 | 34 | 163 |
| 17 | 70 | 35 | 174 |

Le nombre de 64 millimètres que nous avons obtenu pour la tension de vapeur de cette huile à la température de 15° nous semble donc pouvoir être accepté comme limite des tensions de vapeur que devraient posséder les huiles livrées dans le commerce, et il ne nous paraît pas impossible que l'instrument que nous venons de décrire, ou tout au moins le nouveau procédé d'essai que nous proposons, puisse être adopté pour la vérification des huiles livrées à la consommation publique.

SALLERON ET URBAIN.

# CACHOU

## SON EMPLOI DANS LA FABRICATION DES TISSUS IMPRIMÉS ET TEINTS.

PAR Dr KÆPPELIN, Chimiste-Manufacturier.

(Suite et Fin.)

### APPLICATION.

Nous indiquerons d'abord les genres de fabrication auxquels ont donné lieu la découverte du cachou et son importation en Europe.

Ce sont : les fonds blancs avec impressions cachou à la planche ou au rouleau ; les fonds cachou avec impression en réserve blanche ; les fonds

blancs avec impression de couleurs garancées, et rentrures au cachou avec bleu et vert d'indigo; les fonds blancs avec soubassement cachou au rouleau ; les impressions au cachou, réserve lapis sous fond bleu ; les impressions cachou, réserve avec soubassement violet garancé; le cachou genre conversion ; enfin le genre cachou et garancine au rouleau où la couleur cachou est imprimée simultanément avec les différents mordants pour garance, tantôt pure, tantôt mélangée avec des mordants qui en modifient la nuance.

Le cachou est encore employé comme base de plusieurs couleurs mixtes d'application, fixées à la vapeur ou au moyen d'un passage dans un bain de chromate alcalin.

Il communique aux matières colorantes avec lesquelles on le mélange une partie de la stabilité qui lui est propre. On s'en sert aussi dans la composition de plusieurs couleurs dites de fantaisie sur les tissus de laine, de chaîne-coton et de soie.

*Impression cachou sur fond blanc.* — Les couleurs d'impression pour les genres fond blanc peuvent être composées de différentes manières, et les oxydants que l'on emploie pour déterminer la formation définitive de la matière colorante et sa fixation sur les tissus sont les différents sels de cuivre auxquels on ajoute du sel ammoniac. Ce sont généralement les nitrate, sulfate, acétate et tartro-acétate de cuivre qui servaient à cet usage.

M. C. Lauth, en se servant du sulfure de cuivre pour la formation du noir d'aniline, comme nous l'avons dit en parlant de cette nouvelle application à la teinture des sels d'aniline [1], nous indique un nouvel agent d'oxydation qui peut être employé avec avantage dans la formation des couleurs au cachou.

Nous allons donner la formule des couleurs cachou qui nous ont, jusqu'à présent, toujours donné de bons résultats dans les différents établissements que nous avons dirigés en France, en Allemagne et en Russie.

*Décoction de cachou à 500 gr.*

| | |
|---|---|
| Cachou. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 50 kil. |
| Acide pyroligneux. . . . . . . . . . . . . . . . . | 100 litres. |

1. Nous rappellerons que M. Kæppelin a publié dans les *Annales du Génie civil* une série d'articles sur l'aniline. Voir première année, 1re partie, page 93 ; 2e partie, page 221 ; deuxième année, page 58, *de l'emploi de l'aniline et de ses composés dans l'industrie des tissus teints ou imprimés*, et quatrième année, page 237, *du noir d'aniline*.

Nous rappellerons en même temps que M. Kæppelin est auteur d'un travail qui a paru dans la *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*, sous le titre de : *Fabrication des tissus imprimés*, impression des étoffes de soie, ouvrage accompagné de planches et enrichi de nombreux échantillons.

*Le Directeur :* E. L.



*Cachou n° 1, A N.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cachou à 500 gr. . . . . . . . . . . . | 8 litres. |
| Gomme en poudre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 kil. |
| Sel ammoniac. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,250. |
| Nitrate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,250. |

*Cachou n° 1/1, A N.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cachou à 500 gr. . . . . . . . . . . . | 4 litres. |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 — |
| Acide pyroligneux. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 — |
| Gomme en poudre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2k,500. |
| Sel ammoniac. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,250. |
| Nitrate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,250. |

*Cachou A C.*

| | |
|---|---|
| Cachou. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 kil. |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 litres. |
| Acétate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,800. |
| Sel ammoniac . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,k800. |

Il faut faire dissoudre le tout, puis, après refroidissement, prendre le clair et épaissir avec 5 kilos de gomme.

*Cachou S T, n° 1.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cachou à 500 gr. . . . . . . . . . . . | 8 litres. |
| Gomme en poudre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2k,500. |
| Sel ammoniac. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,250. |
| Tartro-acétate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . | 0k,750. |

*Cachou S T, n° 1/1.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cachou. . . . . . . . . . . . . . . . | 4 litres. |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 — |
| Acide pyroligneux . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 — |
| Sel ammoniac. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,500. |
| Tartro-acétate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . | 0k,750. |

*Tartro-acétate de cuivre.*

| | |
|---|---|
| Crème de tartre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 kil. |
| Eau bouillante. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 24 litres. |
| Acétate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . . . . | 14 kil. |

On obtient, après dissolution des sels et décantation du liquide, 24 litres de dissolution saline à 27° B.

Ces différentes couleurs peuvent être affaiblies jusqu'aux nuances les plus claires ; il faut seulement avoir le soin de conserver les proportions des sels assez fortes pour que la matière colorante puisse se développer

facilement et se fixer d'une manière uniforme dans les fibres des tissus.

On peut aussi modifier les nuances de ces différents cachous en ajoutant à l'une ou l'autre des compositions que nous venons de formuler des sels de manganèse, de fer, de mercure ou d'étain; mais ces additions ne sont pas nécessaires quand on veut conserver la nuance pure du cachou, et ce n'est que quand on veut obtenir des nuances mixtes, comme dans la fabrication des genres garancés avec impressions cachou, que l'on y mêle des mordants qui, en combinant sur le tissu la couleur à laquelle ils donnent naissance dans la teinture, à celle qui est propre au cachou, produisent une variété de nuances fort utiles à la fabrication.

Les couleurs que nous venons de formuler sont fixées sur le tissu après leur impression au rouleau ou à la planche, de la manière suivante :

On suspend les pièces dans un étendage, puis on les passe dans une cuve à roulettes semblable à celle qu'on emploie pour fixer les bleus et les verts à l'indigo. Nous la représenterons par la figure suivante :

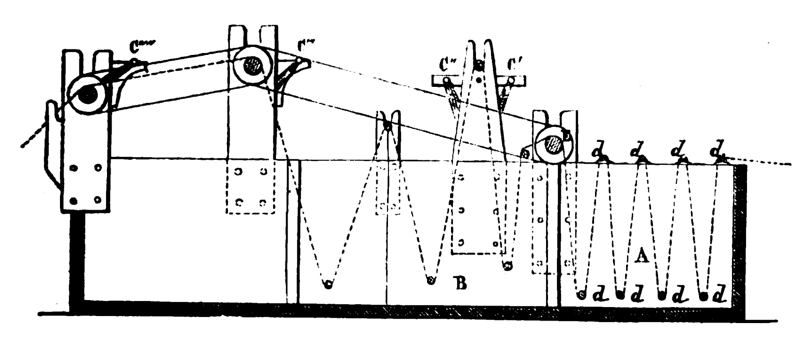



Figure 20.

La cuve est remplie en *a* d'un lait de chaux assez épais pour empêcher le coulage de la couleur. Les pièces y passent sur des roulettes et en sortent en E sur un rouleau d'appel. Elles sont aspergées au moyen de tuyaux *c c' c'' c''' c''''*, qui laissent échapper de l'eau avec force par une fente longitudinale. La partie de la cuve B dans laquelle passent les pièces au sortir de la cuve à chaux est remplie d'eau qui sert à les dépouiller de la chaux dont elles sont imprégnées. On les lave ensuite et on les dégorge bien; puis, quand on veut augmenter l'intensité de la couleur, et quand, outre le cachou, il s'y trouve encore des impressions en bleu, vert, jaune, on les passe pendant un quart d'heure dans un bain contenant 500 grammes environ de bichromate de potasse dissous dans 300 litres d'eau. Au sortir de ce bain, les pièces sont lavées, foulées, puis, pour nettoyer le blanc du fond, passées dans un bain d'eau de son bouillante.

On emploie encore, au lieu d'acide pyroligneux pour dissoudre le cachou, une solution alcaline caustique d'ammoniaque, de soude, ou de potasse. Voici de quelle manière on peut composer ce genre de couleur :

*Cachou alcalin.*

| | |
|---|---|
| Cachou. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 10 kil. |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 litres. |
| Potasse caustique à 12° B. . . . . . . . . . . . . | 20 — |
| Farine. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 kil. |

Après l'impression de cette couleur on fixe les pièces comme pour les genres vapeur, puis on les imprègne à froid, et au moyen de la machine à foularder, d'une dissolution de bichromate de potasse, à raison de 60 grammes par litre d'eau. Les pièces sont ensuite lavées, foulées et séchées. Le blanc du fond n'a pas besoin d'un nettoyage plus complet pour être parfaitement pur. Cette couleur, qui fournit des teintes fort riches et très-nourries, a l'inconvénient très-grave de ne pouvoir être imprimée que pendant qu'elle est chaude. Aussitôt qu'elle refroidit les impressions sont maigres et grattées.

Le cachou *S T* au tartro-acétate de cuivre se fixe aussi très-bien, sans attaquer le tissu, au moyen de la vapeur d'eau, comme le cachou alcalin; il est inutile d'employer le bichromate de potasse pour fixer le cachou, un simple lavage suffit pour dégommer les pièces. Le cachou suivant, dans la composition duquel nous ferons entrer des sels de chaux et de manganèse mêlés aux sels de cuivre, forme un très-bon cachou vapeur.

*Cachou V.*

| | |
|---|---|
| Dissolution de cachou à 500 grammes. . . . . . . | 2 litres. |
| Acétate de cuivre . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,75. |
| Acétate de chaux. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,500. |
| Acétate de manganèse. . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,500. |
| Gomme . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 kil. |

Le rôle des sels de cuivre et de manganèse est d'oxyder la matière colorable dont la nuance est modifiée par l'addition de petites quantités d'oxydes métalliques qui se fixent aussi sur le tissu. Quant au bichromate, il oxyde le cachou par l'abandon d'une partie de l'oxygène de son acide; ce dernier, réduit à l'état de peroxyde, se combine avec la matière colorante du cachou qui s'est formée en même temps que lui, et il augmente encore son intensité. Une exposition des pièces imprimées à l'air chaud et humide peut, comme nous le verrons plus loin, remplacer l'action du bichromate de potasse; c'est l'oxygène de l'air et de l'eau qui agit directement sur la matière colorable du cachou.

*Impression de fonds cachou avec réserve blanche.* — Ce genre d'impression consiste, comme son nom l'indique, en une impression à la main d'une couleur qui empêche le cachou qu'on imprime au rouleau ou qu'on plaque au foulard, de se fixer sur les parties du tissu qui en sont recouvertes. Il y a plusieurs manières de composer cette réserve, selon la force ou l'intensité de la couleur que l'on doit imprimer par-dessus.

*Réserve N.*

| | |
|---|---|
| Citrate de potasse neutre à 30° B. . . . . . . . . | 4 litres. |
| Terre de pipe en poudre. . . . . . . . . . . . . . | 1 kil. |
| Gomme en poudre. . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 kil. |

*Réserve CHR pour réserver les couleurs cachou foncées.*

| | |
|---|---|
| Eau . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 litres. |
| Bichromate de potasse . . . . . . . . . . . . . . | 1 kil. |
| Acide tartrique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1k,250. |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 litres. |
| Amidon grillé. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,750. |
| Terre de pipe. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1k,250. |

On fait dissoudre les sels, on mêle les deux solutions, et on épaissit le tout avec l'amidon et la terre de pipe.

Quand on mélange les dissolutions, il y a dégagement d'acide carbonique et d'acide formique, formation de tartrate de potasse qui se combine avec le tartrate de chrome pour former un sel double qui, par son interposition entre le tissu et les couleurs qui doivent le recouvrir, empêche leur fixation par oxydation, et par conséquent leur adhérence aux fibres de l'étoffe. Cette réserve résiste même au noir d'application au campêche.

Après l'impression de la réserve, soit sur des fonds blancs, soit sur des pièces déjà recouvertes d'impressions en garancés, on imprime au rouleau une couleur au cachou, on la fixe, comme nous l'avons déjà dit, au moyen d'un bain de bichromate de potasse contenant de la craie de suspension. Quand, au lieu de dessins au rouleau, on veut obtenir des fonds unis, il faut foularder les pièces dans des bains de cachou dont nous allons donner la composition.

Pour former ce genre de couleur on emploie, outre les mordants d'alumine et de fer, un alun de chrome qui sert, non-seulement à fixer les matières colorantes, mais encore à donner plus d'égalité de ton aux fonds et à produire des résultats plus réguliers.

Cet alun de chrome s'obtient de la manière suivante : on fait dissoudre 16 kilos de bichromate de potasse dans 60 litres d'eau chaude; on ajoute à la dissolution 10 kilos d'acide sulfurique du commerce à 66° B, puis on projette dans le liquide, par petites parties, 5 kilos de cassonade. La matière sucrée s'oxyde aux dépens de l'oxygène de l'acide chromique, et fournit de l'acide formique, de l'acide acétique, et de l'acide carbonique qui se dégagent à l'état de gaz; l'oxyde de chrome qui s'est formé par la décomposition de l'acide chromique, et la potasse rendue libre se combinent avec l'acide sulfurique pour former un sel double de composition analogue à celle de l'alun. On obtient ainsi environ 50 litres d'une dissolution marquant 48° B, et que nous nommerons mordant de chrome.

*Couleur A.*

| | |
|---|---|
| Mordant de chrome . . . . . . . . . . . . . . . | 1 litre. |
| Eau chaude . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 — |
| Acétate de fer, 10° B. . . . . . . . . . . . . . | 1/2 — |
| Décoction de cachou à 500 gr. . . . . . . . . | 1/2 — |

*Couleur B.*

| | |
|---|---|
| Mordant de chrome . . . . . . . . . . . . . . . | 1/2 — |
| Eau chaude . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 1/2 — |
| Décoction de sumac à 6° B . . . . . . . . . . | 1/2 — |
| Décoction de cachou . . . . . . . . . . . . . . | 1/4 — |
| Acétate de fer . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1/2 — |

*Couleur C.*

| | |
|---|---|
| Mordant de chrome . . . . . . . . . . . . . . . | 6 — |
| Acétate d'alumine 7° B. . . . . . . . . . . . . | 3 — |
| Décoction de cachou . . . . . . . . . . . . . . | 12 — |

En mêlant ces couleurs à des bains ou décoctions de bois de campêche, de sainte-marthe, de sumac, de quercitron, de gaude, on peut former des tons très-variés.

Ces couleurs ayant pour base le cachou, et étant toutes fixées par le bichromate de potasse, sont d'une grande stabilité.

On comprendra facilement qu'en combinant ce placage avec une impression au rouleau de nuance plus foncée pour former ce que nous appelons des camaïeux, on obtienne facilement des effets qui étaient autrefois le résultat de teintures très-complexes, plus facilement et avec une grande économie de temps et de main-d'œuvre. C'est la chose essentielle dans la fabrication, car c'est surtout pour les arts industriels que le proverbe américain *time is money* doit être observé.

*Impressions cachou, réserve lapis sous fond bleu.* — Ce genre d'impression s'obtient facilement en formant une couleur au cachou épaissie à la gomme et à la terre de pipe, et contenant des sels de cuivre. Le bleu des cuves d'indigo, comme nous l'avons expliqué dans notre article des *Annales* du mois de mai 1864, ne se fixe pas aux places imprimées.

*Cachou réserve avec soubassement violet garancé.* — Cette couleur se compose comme les cachous ordinaires, avec une addition d'acide citrique qui, en se combinant avec l'oxyde de fer du mordant violet, empêche qu'il se fixe sur l'étoffe.

*Cachou réserve.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cachou à 500 gr. . . . . . . . . | 4 litres. |
| Eau . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 — |
| Acide pyroligneux . . . . . . . . . . . . . . . | 1 — |
| Sel ammoniac . . . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,375. |
| Gomme . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $1^k$,500. |
| Acide citrique . . . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,375. |
| Nitrate de cuivre . . . . . . . . . . . . . . . | $0^k$,125. |

*Cachou genre conversion.* — On donne ce nom à un genre d'impressions qui résulte de la conversion d'une couleur claire imprimée au rouleau en une autre plus foncée quand elle rencontrera un réactif imprimé à son tour soit à la main, soit au rouleau, et qui ne laisse pas de traces sur les parties blanches du tissu. On peut déjà, à ce simple exposé, prévoir le cas qu'on a pu tirer du cachou mêlé à d'autres matières tinctoriales, et dont la couleur peut être développée par oxydation, en lui superposant par impression une couleur dite de conversion et contenant du bichromate de potasse. Partout où le bichromate rencontrera les parties imprimées, il leur fera atteindre le maximum d'intensité dont elles sont susceptibles; les autres parties resteront plus claires, puisqu'elles n'auront subi qu'une fixation partielle, et les parties blanches n'étant pas colorées par le bichromate resteront blanches. Nous allons donner un exemple de ce genre de fabrication.

*Couleur cachou fantaisie.*

| | |
|---|---|
| Cachou à 0k,500g par litre. . . . . . . . . . . . | 2 litres. |
| Pyrolignite de fer à 5° B. . . . . . . . . . . . . | 1/2 — |
| Léogomme. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1k,500 |

*Couleur thé au cachou.*

| | |
|---|---|
| Décoction de bois de campêche à 2° B. . . . . . | 1/2 litre. |
| Décoction de cachou. . . . . . . . . . . . . . . | 1 1/2. |
| Pyrolignite de fer à 8° B. . . . . . . . . . . . . | 1/4 — |
| Acide pyroligneux. . . . . . . . . . . . . . . . . | 1/4 — |
| Gomme. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,750. |

On imprime l'une ou l'autre de ces couleurs au rouleau, puis, quelques heures après, sans attendre leur oxydation, on imprime la couleur conversion que l'on compose de cette manière :

*Couleur conversion.*

| | |
|---|---|
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 litres. |
| Léogomme . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,600. |
| Terre de pipe en poudre. . . . . . . . . . . . . | 0k,375. |
| Chromate de potasse. . . . . . . . . . . . . . . | 0k,200. |

On suspend les pièces dans un étendage obscur, puis on les dégorge dans la cuve à roulettes contenant un bain d'eau rendue laiteuse par une addition de craie : on obtiendra ainsi un effet de double ton formant camaïeu, qu'on ne pourrait produire d'aucune autre manière. On voit, d'après cet exemple, que l'on peut varier les nuances qu'on veut obtenir en ajoutant à la couleur d'autres matières colorantes telles que la noix de galle, le bois de sainte-marthe, le sumac, qui toutes peuvent devenir plus foncées sous l'action oxydante du chromate de potasse.

*Cachou genre garancine.* — C'est pour la fabrication de ce genre d'impression que se consomme la plus grande partie du cachou du commerce, et il forme une spécialité importante des indiennes rouennaises.

Nous indiquerons ici la marche à suivre pour obtenir des résultats satisfaisants.

**Nous composons nos couleurs de la manière suivante :**

*Cachou A (tirant sur le jaune).*

| | |
|---|---|
| Cachou en tablettes | 3k,375. |
| Sel ammoniac | 2k.500. |
| Eau | 14 litres. |
| Gomme en poudre | 8 kilos. |
| Pyrolignite de chaux à 15° B | 4 litres. |
| Acide acétique | 2 — |
| Nitrate de cuivre | 0k,750. |

*Cachou B (plus rouge).*

| | |
|---|---|
| Cachou fondu | 5k,750. |
| Acide pyroligneux | 18 litres. |
| Sel ammoniac | 2k,250. |
| Gomme | 6k,750. |
| Nitrate de cuivre | 1k,250. |
| Acétate de cuivre | 2k,500. |
| Acétate de chaux | 3 kilos. |
| Acétate d'alumine | 2 — |

*Autre.*

| | |
|---|---|
| Cachou en tablettes | 18 litres. |
| Eau | 40 — |
| Acide acétique | 10 — |
| Sel ammoniac | 7 kilos. |
| Gomme | 20 — |
| Acétate de chaux | 8 — |
| Nitrate de cuivre | 2 — |

*Bouillon pour couper ces couleurs.*

| | |
|---|---|
| Eau | 8 litres. |
| Acide pyroligneux | 10 — |
| Acétate de chaux | 3 — |
| Sel ammoniac | 1k,250. |
| Gomme | 5k,500. |

On peut varier la nuance de ces cachous en ajoutant à la couleur mère soit un mordant de fer, soit un mordant d'alumine en proportions variées. C'est au fabricant à faire les additions nécessaires selon la nuance qu'il veut obtenir.

On imprime la couleur cachou simultanément avec les mordants noirs, rouges, puces et violets garancine, et les pièces sont suspendues dans un étendage pendant quelques jours, avant la teinture en garancine.

On dégommait autrefois les pièces dans un bain de bousage dans lequel on versait une dissolution de bichromate de potasse, qui servait d'oxydant et fixait le cachou sur le tissu. Mais ce mode d'opérer a été abandonné depuis plusieurs années; le blanc du fond en était en effet sali, et plus difficile à blanchir; de plus, le prix de la fabrication s'élevait avec celui du sel de chrome.

L'addition des sels de chaux ou de manganèse et l'exposition plus ou moins prolongée des pièces imprimées dans des étendages que nous nommons chambres à oxyder, humides et chauds, ont permis de dégommer les pièces imprimées en couleur cachou comme celles à garancer.

On les bouse donc de la même manière, soit au moyen de sels à bouser, soit avec du silicate: on les teint en garancine, et on les blanchit au chlorage sec, comme nous le verrons en traitant les articles garancine.

*Impressions sur tissus de laine, de soie.* — Le cachou sert aussi à former quelques couleurs mode de nuances diverses sur les étoffes de laine, de chaîne-coton ou de soie. On mêle, à cet effet, une décoction de cachou plus ou moins concentrée à différentes matières colorantes, telles que du carmin d'indigo, de la cochenille ammoniacale, etc. On fixe ces couleurs imprimées comme d'ordinaire au moyen de la vapeur d'eau, ce qui les fait rentrer dans la catégorie des couleurs vapeur.

### *Teinture en uni.*

Le cachou est employé en teinture tantôt seul, tantôt uni à d'autres matières colorantes, et dans ce cas, comme pour les impressions sur tissu, son mode de fixation repose sur l'oxydation des matières colorables qui entrent dans sa composition.

Quand on veut obtenir une nuance cachou pur, on observe, pour 5 kilos de coton, les proportions suivantes :

| | |
|---|---|
| Cachou en poudre. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1k,250. |
| Sulfate de cuivre. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,750. |
| Sel ammoniac. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0k,032. |

On fait dissoudre le tout dans de l'eau que l'on fait bouillir pendant une demi-heure environ ; on y ajoute ensuite un peu d'eau froide pour pouvoir y manœuvrer le coton à la main pendant une demi-heure. Cette première opération étant terminée, on procède à celle de l'oxydation et du fixage de la matière colorable qui a pénétré dans les fibres du coton. A cet effet, on passe les écheveaux dans un bain d'eau bouillante tenant 250 grammes de bichromate de potasse en dissolution et on les manœuvre pendant une demi-heure. Quand on désire une couleur plus foncée, on recommence l'opération de la teinture et celle de l'oxydation aussi souvent que ce sera nécessaire. On peut aviver la couleur en terminant le travail par un passage dans un bain d'eau acidulée par de l'acide sulfurique, puis on lave bien et on sèche.

Quand on ajoute du bois de campêche, du sumac, de la noix de galle, du quercitron ou du bois rouge au bain de cachou, et qu'on y fait en même temps dissoudre soit de l'alun, soit des sels de fer, on obtiendra toutes les nuances de brun, depuis la couleur cannelle claire jusqu'à la couleur marron ou puce.

Dr KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.



# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES
## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Coloration du verre, modifications du soufre.** — Les causes qui déterminent la coloration du verre ont donné lieu à de nombreuses discussions. Aujourd'hui il semble admis par plusieurs chimistes que les modifications du soufre (soufre noir et soufre rouge) conservent leurs propriétés dans les combinaisons qu'elles forment avec les métaux alcalins, et qu'elles communiquent leurs couleurs aux silicates. Ainsi, dès 1839, M. Splitberger a démontré qu'un verre jaune s'obtient en introduisant dans le verre blanc ordinaire une matière susceptible de laisser, en se détruisant, un résidu de charbon, la crème de tartre, par exemple; mais il faut avoir soin en même temps d'écarter tout corps capable de dégager de l'oxygène.

M. Splitberger revient sur cette question dans un nouveau mémoire. « On admettait, dit-il, que cette coloration était due à la présence de carbone libre dans le verre. J'ai prouvé qu'elle devait être attribuée à du soufre, ou plus exactement à des combinaisons du soufre avec les métaux alcalins, provenant de la réduction des sulfates alcalins employés. Ces combinaisons sont en effet fort colorées. Suffisamment opaque et sous une épaisseur de $0^m,004$, le verre paraît rouge-brun; exposé pendant douze ou quinze minutes au rouge naissant, température à laquelle il ne se ramollit point encore, il prend une couleur de plus en plus foncée et devient presque complétement opaque. Remarquons en passant que, pour arriver juste à ce point et ne le pas dépasser, il faut une certaine habitude. En cet état, il ne laisse plus passer que la lumière rouge monochromatique; il peut être employé dans les appareils de polarisation et se prête parfaitement aux observations solaires. Ce verre ainsi devenu, par une première élévation de température, presque complétement opaque, mais conservant toujours ses bords tranchants, exposé à une température plus élevée, de manière à lui faire subir un commencement de fusion, redevient transparent et reprend sa couleur primitive. Chauffé de nouveau, il redevient brun foncé. »

A propos des changements de coloration du verre, l'auteur de la note ajoute :

« Ce curieux passage du blanc au jaune et au brun ne peut guère s'expliquer par une réaction chimique des divers éléments qui composent le verre. Il faut plutôt l'attribuer aux changements d'état que la chaleur fait subir au sulfure, qui passe d'abord à l'état de soufre rouge et ensuite à celui de soufre noir, et rend ainsi le verre tout à fait opaque si le sulfure est en assez grande quantité. Cette dernière condition est tout a fait nécessaire; un verre qui n'est coloré qu'en jaune clair ne devient ni plus foncé ni plus opaque lorsqu'on le chauffe, et lorsqu'on le fond, la petite quantité de sulfure noir est redissoute dans la masse du verre et revient à la première modification jaune.

« L'analyse d'un verre jaune-brun, présentant ces variations de couleurs par l'action de la chaleur, m'a donné :

| | |
|---|---|
| Silice | 62,43 |
| Chaux | 9,46 |
| $Al^2O^3, Fe^2O^3 Mn^2O^3$ | 1,70 |
| KO et Na O | 26,04 |
| Soufre | 0,35 |

« Cette quantité de soufre a été dosée à l'état de sulfate de baryte. J'avais pris soin d'ajouter des cristaux de nitre dans la solution ignée du verre dans la soude pure, pour oxyder le soufre.

» En ajoutant aux éléments d'un verre parfaitement blanc 0,750 pour 100 de sulfate de soude et du sucre, on obtient un verre jaune brun foncé; mais si au mélange des substances qui doivent donner le verre blanc on ajoute simplement du sucre, sans addition correspondante de sulfate de soude, le verre reste blanc, comme on pouvait le prévoir, le sucre brûlant en entier sans laisser de résidu charbonneux dans le verre. »

M. Splitberger fait remarquer une autre analogie frappante entre le verre jaune et le soufre chauffé. Lorsqu'il est coloré en rouge brun, il éteint tous les rayons plus réfractés du spectre; le rayon rouge extrême reste seul visible. Le verre enfumé, au contraire, laisse passer plus de rayons jaunes que de rayons rouges.

La communication dont nous venons de faire l'analyse a donné lieu à quelques observations présentées par M. Nicklès.

« Si rien n'empêche, théoriquement du moins, dit M. Nicklès, d'admettre cette ingénieuse explication (le passage du soufre que le verre contient dans la modification noire qu'un savant a décrite il y a une dizaine d'années comme une modification allotropique de ce corps simple), il convient néanmoins de faire remarquer que ledit soufre noir n'a pas encore été préparé, et que ce qui a été considéré comme tel n'est autre chose que du soufre ordinaire accidentellement coloré par une matière organique. »

A cette occasion, M. Nicklès rappelle qu'il a fait voir dès 1860 qu'il suffit de très-peu de matière grasse ou de résine pour communiquer au soufre une coloration plus ou moins foncée, et il ajoute que, jusqu'à ce jour, il n'a pas vu une seule espèce de soufre d'un brun permanent qui fût exempte de carbone.

M. Nicklès conclut en disant que le soufre *noir* actuellement connu n'est donc pas une modification allotropique : c'est du soufre ordinaire coloré par une substance fortement carbonée, telle qu'en produisent les résines ou les corps gras.

**Frein électrique à embrayage.** — Dans sa séance du 5 mars, l'Académie a décerné un prix de 2,500 fr. à M. Auguste Achard, pour son frein électrique à embrayage. (Voir 3e année des *Annales du Génie civil*, page 746, des détails sur ce système.) Le frein de M. Achard a été expérimenté sur la ligne de Paris à Strasbourg et sur plusieurs parties du réseau belge. Le directeur de l'exploitation du chemin de l'État en Belgique a déclaré que, personnellement, « il considérait le système de M. Achard comme suffisamment complet pour une application immédiate et utile au service des trains. » Dans les essais sur la ligne de Paris à Strasbourg, le calage a été obtenu avec le frein électrique après un parcours de 50 à 100 mètres au plus, tandis que le calage ne devient effectif qu'après un parcours de 270 à 330 mètres, avec les freins ordinaires, dans les mêmes conditions de temps et de vitesse.

**Appareil Galibert.** — Nos lecteurs connaissent l'appareil respiratoire Galibert dont M. le Dr Le Roy de Méricourt a donné une description très-complète dans les *Annales du Génie civil*[1]. L'Académie a décerné à M. Galibert un encouragement de 500 fr. « L'usage de cet appareil, dit le rapport, a été très-satisfaisant en un grand nombre de cas de sauvetage de personnes asphyxiées dans des galeries de mines ou dans des bains remplis de gaz méphitiques. »

1. 4e année, page 324 et suivantes.

**Théorie mécanique de la chaleur.** — L'Académie n'a pas décerné le prix proposé pour cette question, mais elle a accordé une mention très-honorable à un mémoire portant pour épigraphe : « Le travail mécanique, la force vive et la chaleur se transforment sans s'anéantir jamais, » et à cette mention elle a joint 1,500 fr. à titre d'encouragement, somme égale à la moitié de la valeur du prix.

Le billet cacheté accompagnant le mémoire ayant été ouvert dans la séance du 12 mars, nous avons appris que l'auteur est M. Athanase Dupré, professeur à la Faculté des sciences de Rennes.

**Prix proposés.** — Nous croyons devoir reproduire quelques-uns des prix proposés et qui intéressent plus directement nos abonnés.

Mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles de second ordre (1er juin 1867, terme de rigueur).

Apporter un progrès notable dans la théorie des surfaces algébriques (1er juin 1867).

Application de la vapeur. — Prix extraordinaire de 6,000 fr. pour l'application de la vapeur à la marine militaire (1er juin 1866).

Astronomie. — Observation la plus intéressante; mémoire ou travail le plus utile au progrès de l'astronomie (1er juin 1866).

Mécanique. — Prix fondé par M. de Montyon en faveur de celui qui s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques ou des sciences (1er juin 1866).

Statistique. — L'ouvrage qui contiendra les recherches les plus utiles concernant la statistique de la France (1er juin 1866).

Prix Trémont. — Une somme de 1,100 fr. pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire, et qui aura présenté dans le courant de l'année une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur, « pour atteindre un but glorieux et utile pour la France. »

Prix du legs Dalmont. — Une somme de 3,000 fr. sera remise tous les trois ans « à celui de MM. les ingénieurs des ponts et chaussées en activité de service qui aura présenté à l'Académie des sciences, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des sections de cette Académie.

« Ce prix triennal de 3,000 fr. sera décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les 30,000 fr. légués à l'Académie et d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique. »

Prix dit des Arts insalubres. — Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui seront jugées les plus utiles à *l'art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la médecine ou la chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

---

# SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

## Compte rendu de ses Séances.

---

SÉANCES DES 5 ET 19 JANVIER, DES 2 ET 16 FÉVRIER ET 2 MARS 1866.

Nous avons déjà entretenu nos lecteurs de la communication de M. Contamin sur le calcul des poutres en treillis. Une analyse complète de ce calcul nous entraînerait peut-être trop loin et exigerait des développements dans lesquels nous ne pouvons entrer ; néanmoins nous croyons intéressant de reproduire l'exposé qu'a fait M. Contamin de sa méthode nouvelle et de la critique des méthodes anciennes les plus connues.

Ordinairement, dit M. Contamin, on remplace la poutre rigide et à assemblages indéformables par une suite de triangles articulés les uns aux autres, et dont les sommets sont sur les bandes supérieures et inférieures de la poutre ; puis, admettant que chaque pièce n'est soumise qu'à l'action de forces dirigées suivant son axe, on détermine facilement l'intensité de ces forces en considérant successivement l'équilibre de chaque articulation. Cette méthode de calcul conduit à donner aux pièces du treillis des dimensions exagérées : cela résulte de ce qu'on ne tient aucun compte de la rigidité des assemblages, rigidité évidemment favorable à la résistance des pièces.

Dans une seconde méthode, ou plutôt, comme le fait remarquer un membre présent à la séance, dans le second mode de calcul, dû à M. Collignon, ingénieur des ponts et chaussées, on admet que les tensions et les pressions du métal varient d'une manière continue d'un point à l'autre de la poutre, et que toutes les pièces, treillis ou plates-bandes, ne sont soumises qu'à l'action de forces dirigées suivant leurs axes ; on admet enfin une répartition uniforme des tensions et des compressions entre toutes les barres du treillis, aux points où elles sont rencontrées par un même plan vertical. Les formules auxquelles conduisent ces hypothèses sont simples et conduisent aux mêmes résultats que la première méthode.

Dans la méthode que M. Contamin propose, il admet que la poutre travaille comme si l'âme était pleine, que les points matériels primitivement dans une section normale à la fibre moyenne se retrouvent après la déformation dans un plan normal à la courbe affectée par cette fibre ; et supposant connue la loi suivant laquelle varient les moments fléchissants, par suite les efforts tranchants, il partage la poutre en plusieurs parties qu'il isole de l'ensemble et dont il recherche successivement les conditions d'équilibre. Pour déterminer les efforts qui s'exercent aux extrémités de chaque barre, et d'abord à la partie inférieure, il considère l'équilibre d'une portion de poutre limitée à droite et à gauche d'un point d'attache par des plans normaux à la fibre moyenne, et dans le haut par un plan horizontal coupant les deux barres qui concourent au même point d'attache, un peu au-dessus de ce point.

Les résultantes des composantes horizontales et verticales des forces élastiques exercées sur les sections verticales extrêmes de la portion de poutre isolée peuvent être considérées comme déterminées, puisque l'on suppose connus les moments fléchissants et les efforts tranchants en chaque point de la poutre.

Pour que l'équilibre existe, il faut que les barres du treillis exercent sur la portion de poutre isolée des forces faisant équilibre, d'abord au poids de cette portion de poutre, et ensuite aux forces élastiques que nous venons de considérer. Le problème serait entièrement déterminé si, dans l'état actuel de la théorie mathé-

matique de l'élasticité, on connaissait l'expression des forces élastiques principales pour le cas de la flexion.. Malheureusement des difficultés analytiques s'opposent encore à la détermination de ces forces.

M. Contamin, pour rendre le problème déterminé, sans recourir à la considération des forces élastiques principales, fait trois hypothèses qui, suivant lui, doivent peu s'écarter de la réalité. Les forces exercées par les barres du treillis se réduisent pour chaque barre à une force oblique et à un couple. Les forces obliques étant décomposées en horizontales et verticales, on admet, comme première hypothèse, que les composantes horizontales sont égales pour les deux barres. On admet comme deuxième hypothèse que la composante verticale exercée par la barre allant de gauche à droite est égale et opposée à la composante verticale de la résultante des forces élastiques dans la section qui limite à gauche la portion des poutres isolées.

De même la composante verticale relative à l'autre barre est égale et opposée à la composante de la résultante des forces élastiques dans la section de droite, plus au poids de la portion de poutre comprise entre les deux sections.

Quant aux deux couples engendrés par les réactions des barres du treillis et qui prennent naissance dans le cas général où toutes les forces ne concourent pas en un même point, on les suppose égaux par une troisième hypothèse, et alors, en tenant compte des trois équations d'équilibre, on a six relations pour déterminer les six éléments inconnus dont se compose l'ensemble des réactions exercées par les barres du treillis qui aboutissent à la portion de poutre considérée.

Faisant le même calcul pour les parties supérieures des barres, on trouverait aisément les valeurs des forces auxquelles doivent résister les plaques placées aux croisements.

Tel est l'exposé de la méthode de M. Contamin, qui a donné lieu à des observations diverses. Au reste, nous aurons l'occasion de revenir sur la plupart de ces observations à l'occasion d'une communication que doit faire prochainement M. Yvert sur les ponts métalliques.

Deux questions, également intéressantes, ont occupé la dernière séance du mois de février : la première, traitée par M. Benoît Duportail, est relative à une nouvelle méthode d'enseignement du dessin, par M. Hendrickx, professeur à l'Académie de Bruxelles.

Nous indiquerons les principes de la méthode.

Au lieu de s'arrêter, dit M. Benoît Duportail, à la partie instrumentale du dessin et de chercher à développer d'abord l'habileté mécanique de ses élèves, M. Hendrickx s'adresse à leur intelligence; il cherche à développer leur sentiment artistique, à leur donner une sûreté de coup d'œil et de main qui sont des qualités si précieuses pour bien dessiner; il les place devant des tableaux noirs, et chacun copie hardiment à main levée, avec de la craie, les modèles qui sont tracés de la même manière par le professeur sur un autre tableau. Les élèves reportent en outre sur des cahiers les exercices qu'ils ont faits.

Les élèves tracent d'abord des lignes verticales et des lignes horizontales entre deux points déterminés, puis des lignes obliques qu'ils divisent en un nombre donné de parties, puis des carrés qu'ils divisent aussi; ils inscrivent des cercles dans les carrés; enfin ils passent aux courbes quelconques qu'ils tracent en se guidant sur des rectangles ou des polygones circonscrits. M. Hendrickx fait dessiner un rapporteur avec un nombre de divisions plus ou moins grand; les élèves passent ensuite au tracé des feuilles d'acanthe, des palmes, etc., passant toujours du simple au composé pour arriver enfin à la figure humaine représentée par trois types au point de vue des formes, Socrate, Apollon, Brutus.

Au bout de vingt leçons, la plupart des élèves sont arrivés à faire toute espèce de dessins au trait, beaucoup mieux qu'on ne les fait ordinairement au bout d'une année. C'est là la première partie des cours; dans la seconde partie, M. Hendrickx apprend aux élèves à se rendre compte successivement de l'aspect que prennent les diverses figures élémentaires, telles que les cubes, les cylindres, les prismes, les cônes, les sphères, et vues dans différentes positions; puis les troncs de cylindres, de cônes, de pyramides, pris isolément. Puis il enseigne à grouper ces éléments, à voir comment ils se présentent quand ils sont groupés.

M. Benoît croit toutefois devoir faire une critique. M. Hendrickx ne montre pas assez à se servir des instruments ordinairement employés pour le dessin.

Un membre de la société craint que cette méthode ne soit pas propre à développer le sentiment artistique, et qu'elle donne seulement aux élèves une certaine habileté de main.

Selon nous, l'habileté de main, qui permettra aux ouvriers de faire des croquis représentant exactement la forme des objets qu'ils ont à exécuter, est la première chose à acquérir; de plus, comme avec l'habileté de main ils prennent l'habitude de comparer et de juger, ceux chez qui le sentiment artistique existera pourront développer rapidement, par l'exercice, ce sentiment artistique, et devenir créateurs, après avoir copié les modèles de maîtres, qui sont assez nombreux maintenant dans tous nos musées et même dans nos magasins.

M. Simonin, à la suite de la communication de M. Benoît Duportail, présente une étude sur l'épuisement prochain de la houille.

M. Simonin, cherchant à se rendre compte de la durée probable de la houille dans le monde, a déduit des statistiques que, depuis un demi-siècle, la production de la houille double à peu près tous les quinze ans en Belgique, en France et en Angleterre, tous les dix ans en Prusse, et environ tous les cinq ans aux États-Unis. Il cite des chiffres très-intéressants à l'appui de cette assertion, et il émet l'avis que ce sera probablement par périodes de plus en plus courtes que se produira la loi de doublement de la production.

M. Simonin, avec MM. Armstrong et Roderick Murchison, admet que les houillères d'Angleterre dureront deux siècles seulement, et que la même durée doit être fixée pour les houillères en France et en Belgique, et même dans le monde entier.

M. Simonin passe en revue toutes les houillères découvertes ou pouvant l'être, et il ne trouve pas qu'il soit possible d'avoir, dans un certain temps, des exploitations permettant de livrer la houille à des prix industriels, surtout si l'on tient compte de l'accroissement de la température, qui s'élève de 1° centigrade par 35 ou 40 mètres d'approfondissement des mines.

La houille doit finir, l'épuisement des houillères est certain, comment y remédier?

Les forêts tiennent trop de place, il ne faut pas songer au bois.

Le pétrole commence déjà à disparaître des puits où il semblait le plus abondant.

Il ne faut pas songer sérieusement aux économies à réaliser sur les machines à vapeur pour consumer une moindre quantité de houille; les machines qui semblaient d'abord les plus parfaites n'ont pas réussi.

Les moteurs hydrauliques, l'air comprimé, ne sont applicables que dans des conditions exceptionnelles.

L'hydrogène contenu dans l'eau serait un combustible; mais il faut de la chaleur pour décomposer l'eau; où prendre cette chaleur? M. Simonin croit que le soleil pourrait être cette source de chaleur, et tout étrange, comme il le reconnaît lui-même, que cette proposition puisse paraître au premier abord, elle ne lui semble



pas moins mériter de fixer l'attention des praticiens éclairés, et c'est à ce point de vue qu'il n'a pas craint de la soumettre à l'examen de la Société des Ingénieurs civils.

Une discussion aura probablement lieu sur la question posée, nous tiendrons nos lecteurs au courant.

Nous espérons, en attendant, que M. Simonin n'a pas passé en revue toutes les sources qui peuvent produire la chaleur et le mouvement, sans songer même à la chaleur centrale de la terre qu'on a proposée ironiquement, mais en pensant à l'électricité qui vient à peine de naître, et dont on ne connaît pas encore toutes les ressources.

Dans la séance du 2 mars, M. Maldant a fait une communication sur les pompes du système de M. Lacour, et M. Tronquoy a entretenu la société de la question du nivellement général de la France par M. Bourdalouë, d'après les documents qu'il a extraits d'une notice présentée par M. William Hüber à la société de géographie.

Nous reviendrons sur ces deux communications dans un prochain numéro; mais, en attendant, nous sommes heureux de constater l'empressement avec lequel la Société des Ingénieurs civils a accepté la proposition qui lui a été faite par M. Tronquoy de nommer une commission chargée d'aviser au moyen de hâter l'achèvement du travail de M. Bourdalouë, qui n'est fait encore que sur les lignes de bases, représentant un développement de plus de 14,000 kilomètres, et qui, pour être complet, devra s'étendre sur 265,000 kilomètres.

Nous n'avons pas besoin de faire ressortir pour nos lecteurs combien l'agriculture et l'industrie sont intéressées à ce qu'un travail aussi important et aussi utile soit mené à fin; c'est une œuvre nationale, elle intéresse le pays entier.

(Le Comité de rédaction.)

---

## Institut royal des ingénieurs hollandais.

Nous avons sous les yeux les procès-verbaux (*Notulen der Vergaderingen*) des dernières réunions de cette Société à la Haye. Ces procès-verbaux nous montrent que cet Institut est à la hauteur de la mission qu'il s'est donnée, et les annexes qui accompagnent cette publication offrent pour la plupart un véritable intérêt.

Ainsi nous avons rencontré dans les *Notulen* des discussions très-approfondies sur les tracés des chemins de fer dans l'île de Java, sur le canal entre Apeldoorn et Dieren, sur le ponton établi près de Etten, qui sert de voie de communication mobile pour le chemin de fer rhénan, sur les bétons agglomérés Coignet, sur les améliorations à apporter au port de Copenhague, sur l'emploi de machines d'épuisement dans les travaux hydrauliques, sur les plans de la canalisation qui doit traverser le Schlesvig-Holstein, sur l'emploi de poteaux en fer pour l'établissement des lignes télégraphiques, etc. La plupart de ces communications sont accompagnées dans les *Notulen* de planches gravées avec soin.

La lecture de ces documents nous a cependant suggéré deux réflexions : la première, c'est que trop souvent les observations échangées semblent dégénérer en discussions personnelles; la seconde, c'est que les ingénieurs de l'Institut hollandais paraissent se préoccuper trop exclusivement des travaux de l'Allemagne et négligent un peu les publications techniques de la France. Dans la discussion sur les bétons agglomérés Coignet, par exemple, M. l'ingénieur Rose débute en appelant l'attention de l'assemblée sur un béton qui lui paraît remarquable, « et que l'assemblée connaît sans doute de nom. » Il est vrai qu'un autre membre, M. Staring, annonce avoir visité plusieurs travaux exécutés à Paris avec du béton, et a insisté sur la

rapidité avec laquelle est obtenu le durcissement. Mais les observations échangées prouvent que la généralité des membres présents était fort peu au courant de cette question, qui a été très-amplement traitée en France depuis plusieurs années.

A propos du canal en construction et presque terminé d'Apeldoorn vers Dieren, nous avons remarqué, non sans étonnement, que l'alimentation de ce canal est encore en projet, et c'est à bon droit que nous avons vu M. l'ingénieur Stieltjes s'écrier : « Comment, il y a sept ans qu'on travaille à un canal; sans compter les expropriations, il a été dépensé dans ces travaux une somme de 339,040 florins (730,000 fr.), qui atteindra plus de 860,000 fr. avec l'achat des terrains, et l'on ne sait pas encore comment ce canal sera alimenté! »

M. Stieltjes a fait ensuite l'historique de la construction : il résulte de ses renseignements que le projet, fort simple dans le principe, a reçu des développements successifs sans qu'on se soit suffisamment préoccupé de la possibilité d'amener dans le canal les eaux nécessaires à la navigation, ce qui aura en définitive pour résultat de restreindre les communications et de diminuer forcément les proportions et le tonnage des navires auxquels cette voie de transport est destinée.

Les observations auxquelles le canal d'Apeldoorn a donné lieu ne seront sans doute pas stériles. M. Henket a émis le vœu qu'il fût dressé une carte hydrographique de la Hollande, de manière que, lorsqu'il s'agirait dans l'avenir d'établir un nouveau canal, on pût connaître exactement d'avance les ressources dont on pourrait disposer. Ainsi serait obtenue peu à peu une certaine unité dans les divers canaux du pays, et l'on éviterait des anomalies trop fréquentes dans l'état actuel. A ce sujet, M. Stieltjes a fait remarquer qu'en Belgique on a adopté deux dimensions : celle de la grande et celle de la petite navigation. Pour la première, la largeur est de 7 mètres; pour la seconde, elle est de $5^m$,30. En Belgique, on n'admet pas d'autres sections. L'orateur pense qu'il serait désirable, dans l'intérêt général, d'adopter des mesures analogues pour la Hollande.

Parmi les pièces annexées aux *Notulen* de la Societé des Ingénieurs hollandais, nous avons remarqué le programme de questions mises au concours par diverses sociétés. Ce n'est pas sans étonnement que nous avons vu certaines restrictions apportées dans ces concours. Ainsi la Société pour les progrès de l'architecture offre un prix pour le plan d'un musée d'objets d'art et d'antiquités à ériger dans une grande ville du royaume; mais, pour concourir, les architectes devront être *nés* en Hollande ou y être *domiciliés*; pour deux autres prix, les concurrents *devront faire partie de la Société*. Il y a là ou un esprit d'exclusivisme très-prononcé, ou un aveu d'infériorité à l'égard des architectes étrangers. On pouvait espérer mieux d'un pays qui a produit tant d'hommes éminents dans les arts.

Aug. Jeunesse.

---

# CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

## EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Travaux du Palais.** — Une impulsion des plus actives continue à être imprimée aux travaux du Champ de Mars, et l'agencement du chantier est organisé de manière à faire face aux difficultés fortuites ou aux retards involontaires qui viendraient entraver la marche d'une entreprise aussi considérable.



Aucune partie des constructions supérieures ne s'élève encore, il est vrai, au-dessus du niveau de la plate-forme où doivent être généralement arasés les piliers et murs de fondations des galeries, et l'on n'est pas près de songer à dresser sur leurs fûts les rangées de colonnes dont les dès ou massifs de fondations se dessinent déjà sur le plan de l'édifice; mais le moment où cette opération pourra s'accomplir n'est peut-être pas éloigné pour la demi-partie du palais la plus voisine de la Seine, où la fouille des fondations, les égouts et les diverses maçonneries peuvent être considérés comme touchant à leur fin. Dans cette partie, les dès ou supports en maçonnerie destinés à recevoir les ferrements, et notamment ceux qui doivent supporter la double rangée des colonnes de la grande nef et des galeries latérales, sont déjà munis, à chacun de leurs quatre angles, des boulons verticaux d'attente destinés à moiser les socles des colonnes; ces boulons sont reliés deux à deux par des pièces de fer cornières encastrées diagonalement, c'est-à-dire d'un angle à l'autre des massifs, dans la maçonnerie des piliers, à des hauteurs d'assises différentes. Ces pièces de fer cornières débordent naturellement de quelques centimètres à chaque extrémité, c'est-à-dire aux points où elles reçoivent les boulons d'attente, en dehors des parements ou des arètes verticales des murs.

Les travaux les plus intéressants à observer ont été sans contredit jusqu'à présent ceux de la grande galerie d'aérage. Les voûtes de cette galerie, soutenues intermédiairement par des piliers de béton Coignet, sont terminées du côté nord-est, sur un sixième environ du développement total du palais. Du côté nord-ouest, les travaux sont moins avancés, par le simple motif qu'ils ont été commencés plus tardivement; mais les murs et piliers sont arrivés à la hauteur prévue, et l'on a posé les cintres des voûtes, ainsi que ceux des galeries transversales d'aérage. Ces cintres sont simplement formés de madriers disposés en arc surbaissé et de couchis jointifs. Dans la partie sud-ouest (vers l'École Militaire), les maçonneries de la galerie sont très-avancées, et l'on y distingue déjà les premières rangées des piliers intermédiaires en béton et la mise à pied d'œuvre des entretoises en fonte qui doivent se rattacher, d'après le système précédemment expliqué, aux massifs ou supports de colonnes bordant la grande et importante galerie des machines. Nous noterons en passant que cette dernière galerie, où se trouveront réunis les instruments et procédés des arts usuels des diverses nations sera l'une des plus vastes par son développement à peu près égal à celui du périmètre du bâtiment et par sa largeur, qui atteindra 35 mètres, moins la demi-épaisseur des colonnes.

Enfin la région sud-ouest du Champ de Mars est la moins active du chantier; mais les fouilles et les murs de la galerie d'aérage, qui y sont maintenant en cours d'exécution, auraient été sans doute poussés plus activement, si l'on n'était un peu gêné sur ce point par le voisinage de l'emplacement où s'opère, sur une grande échelle, l'emprunt du sable que de nombreux trains composés chacun de dix wagonnets remorqués par trois ou quatre chevaux viennent successivement enlever pour remblayer la plate-forme des galeries dans la section la plus avancée des travaux.

Sur divers points de la partie supérieure du chantier, du côté de l'École Militaire, les lignes de fondations et de construction de la plupart des galeries intérieures ne sont qu'ébauchées en apparence; mais, en réalité, on aperçoit çà et là, dans cette région, de nombreuses amorces de maçonneries qui ne tarderont pas sans doute à se rattacher entre elles et à dessiner dans leur ensemble les contours et alignements des galeries, ainsi que les supports de colonnes qui interrompent ou plutôt augmentent de distance en distance l'épaisseur normale des murs.

C'est avec intention d'ailleurs que nous avons insisté sur les détails d'établissement du grand couloir souterrain de ceinture. Les travaux de substruction du Palais présentent en effet cette particularité, qu'ils échappent successivement à la vue extérieure dès leur exécution. Sous ce rapport, la partie nord du Champ de

Mars, où les divers aménagements de la galerie principale d'aérage offraient un aspect exceptionnel d'animation et un intérêt particulier par la variété des ouvrages, a subi une transformation assez remarquable, c'est-à-dire qu'après l'achèvement des voûtes de cette galerie, on a recouvert le tout d'abord d'une aire en béton qui doit former le sol du vestibule dit des Aliments, et ensuite d'une épaisse couche de sable graveleux qui, employée dans un simple but de conservation de l'aire en béton, disparaîtra sans doute plus tard au moyen d'un balayage général; cette couche parasite de sable n'en donne pas moins pour le moment à la superficie des ouvrages un aspect nu et uniforme, qui est loin de faire soupçonner l'importance des remaniements de l'emplacement primitif.

Quant à la question de surélévation, sur tout leur développement, des murs de la galerie archéologique et du vestibule de pourtour, elle ne paraît pas encore avoir été définitivement résolue, une grande réserve étant observée pour tout ce qui touche aux changements du projet primitif dont les dispositions principales, si bien combinées d'ailleurs pour la répartition et l'agencement des produits entre les diverses industries et les différentes nations, n'ont subi jusqu'à présent que de légères modifications de détails, en ce qui concerne du moins l'étendue de la superficie totale de l'Exposition, dont le chiffre ne s'éloignera probablement guère de 146 ou 147,000 mètres pour l'ensemble des espaces attribués aux divers pays.

Ce dernier chiffre, qui ne comprend pas bien entendu les annexes couvertes ou non couvertes qui pourront être établies ultérieurement, et dans lequel la France et ses colonies figurent, d'après les premières évaluations, pour environ 64,000 mètres, et la Grande-Bretagne et ses colonies pour 23,000 mètres, suffit, surtout si on le compare à la surface disponible offerte par les précédentes expositions de la France et de l'Angleterre, pour donner une idée de l'importance du nouveau concours international et du progrès industriel qu'il est appelé à mettre en lumière et à développer.

En inaugurant, en 1851, dans son Palais de Cristal, le système des expositions universelles, l'Angleterre a été obligée d'installer de nombreuses annexes pour arriver à répartir entre toutes les nations un espace total d'environ 88,000 mètres, dont 50,500 mètres pour l'Angleterre et ses colonies, 11,200 pour la France et ses colonies, et le restant pour les autres pays.

En 1855, la France, accomplissant un progrès relatif, disposait, avec les annexes couvertes et les jardins extérieurs adhérents au Palais des Champs-Élysées, d'un emplacement total de 101,750 mètres, dont elle s'était réservé à peu près la moitié, en attribuant d'ailleurs à l'Angleterre et à ses colonies une part de 17,380 mètres.

Enfin, la superficie totale affectée à l'Exposition de 1862 (palais de Kensington) ne s'élevait qu'à 114,483 mètres, et encore ce chiffre, dans lequel l'Angleterre était comprise pour 72,155 mètres et la France pour 13,719 mètres, n'a-t-il été atteint que grâce à la création de nombreuses annexes et en tenant compte des augmentations provenant des galeries supérieures, qui forment par elles-mêmes des annexes assez peu commodes pour qu'on n'ait pas jugé à propos d'employer ce système dans l'Exposition qui va s'ouvrir.

Sous le rapport de la distribution des bâtiments, nous ne pouvons mieux faire, pour démontrer la supériorité des dispositions bien connues du palais du Champ de Mars sur celui de Kensington, que de reproduire le passage suivant d'un ouvrage très-intéressant, publié sous le titre d'*Études sur l'Exposition universelle de Londres en* 1862, ouvrage auquel nous avons emprunté d'ailleurs quelques-uns des chiffres cités plus haut[1] :

« Le bâtiment principal du palais de Kensington (présentant un mur de façade

1. En vente chez E. Lacroix, éditeur, 15, quai Malaquais.

de 350 mètres, sur Cromwell-road) est assez bien disposé; une grande nef qui en occupe toute la longueur est recoupée à ses extrémités par deux nefs transversales de même largeur. Les deux dômes que rien ne motive sont placés aux points d'entre-croisement; le niveau général du plancher est surélevé sous ces dômes de 2 mètres, et le public est, en général, peu satisfait d'avoir à monter et à descendre les marches qui aboutissent à ces plates-formes lorsqu'il veut passer de la nef principale dans une des nefs secondaires. L'existence de ces deux dernières nefs entre pour beaucoup dans l'incertitude que les nouveaux visiteurs conservent pendant plusieurs jours avant de pouvoir s'orienter dans les diverses parties du rez-de-chaussée, dont l'excès de largeur contribue encore à dérouter le promeneur.

« La constatation de ces défauts, rachetés d'ailleurs par des détails de construction bien combinés, doit porter à croire que, dans les expositions de l'avenir, il conviendra de s'en tenir à une galerie principale, donnant, dans toute sa longueur, accès à des espaces assez étroits pour qu'on puisse voir de la nef elle-même les objets principaux ou tout au moins la nature des objets exposés de chaque côté. Sous ce rapport, le Palais de Cristal de 1851 était mieux entendu; sa largeur totale ne dépassait pas 124 mètres, au lieu de 170 mètres inégalement répartis de la largeur actuelle.

« Les annexes sont placées aux extrémités des nefs transversales: construites avec la plus grande simplicité, elles ont cela de remarquable que la dépense en matériaux a été réduite au minimum. Aussi ces constructions sont-elles l'objet de soins continuels, et la nécessité s'est-elle fait sentir, particulièrement du côté des machines, de consolider un grand nombre de points.

« L'annexe de l'Est, spécialement consacrée aux machines agricoles et aux produits chimiques de l'Angleterre, est divisée en deux travées auxquelles on aboutit par un passage presque souterrain, ménagé au-dessous de l'entrée principale de la Société d'horticulture. Ce passage est peu engageant, et beaucoup de visiteurs sont revenus de Londres sans avoir même connu l'existence de cette partie importante et certainement fort curieuse de l'Exposition..... »

Le rapprochement comparatif que nous venons de résumer n'a pas seulement pour but de rappeler combien le Palais international du Champ de Mars l'emportera sur ses devanciers pour la distribution, l'étendue et la régularité des espaces et emplacements affectés aux diverses nations, et pour l'ingénieuse disposition des galeries, qui permettra d'éviter toute confusion dans cette vaste agglomération industrielle; nous avons voulu constater une fois de plus l'importance majeure qu'on devrait attacher de tout temps, même lorsqu'il ne s'agit, comme dans les expositions universelles, que d'une installation en quelque sorte passagère, à créer des établissements empreints à la fois de hardiesse, d'ampleur, et nous ajouterions presque d'exagération grandiose, de façon à ne pas se préparer des difficultés et des regrets pour l'avenir.

On aurait gagné beaucoup, par exemple, à se placer à ce point de vue élevé pour l'établissement de quelques-unes des grandes gares de chemins de fer, dont les dispositions primitives, tout en ayant été calculées avec une sage prévoyance pour certaines exigences déterminées, ont motivé par suite des progrès croissants du trafic et du mouvement industriel et commercial, l'incorporation successive d'annexes assez considérables laissant quelquefois à désirer pour la simplification de l'ensemble du service des gares, et toujours coûteuses et difficiles à établir, en raison des intérêts riverains qui viennent se grouper, dès l'origine, autour de ces établissements.

Ceci nous amène à penser que la grandeur des vues dans l'accomplissement des œuvres où le travail et l'industrie doivent se manifester dans tout leur développe-

ment est intimement liée au succès de ces entreprises, et qu'à moins de bien rares exceptions, elle ne saurait jamais laisser de mécomptes à leurs fondateurs.

G. Palaa.

*P. S.* Nous avons à rectifier une erreur de chiffre qui s'est glissée dans la note de la page 48 de l'article qui a paru dans la livraison de janvier des *Annales du Génie civil*. Pour les grandes fermes en tôle le prix n'est pas de 0 f. 36 mais de 0 f. 565.

**Nouvelle gare du chemin de fer d'Orléans.** — La Compagnie d'Orléans a fait commencer en 1865 les travaux de sa nouvelle gare, située entre la gare actuelle et le quai d'Austerlitz, sur l'emplacement de la maison d'arrêt de la garde nationale et des constructions voisines, en façade sur le boulevard de l'Hôpital, la place Walhubert et le quai d'Austerlitz. La dépense s'élèvera à 13 ou 14 millions de francs, y compris les achats de terrains. On ne s'occupera qu'en 1867 des bâtiments de l'arrivée, lesquels doivent s'élever sur les terrains occupés par la gare actuelle.

La maison d'administration est aujourd'hui presque terminée; elle se compose d'un rez-de-chaussée et de trois étages, dont un mansardé. Il y a trente-neuf fenêtres de façade sur le boulevard, la place et le quai; le développement est d'environ 150 mètres, et la superficie, y compris les cours intérieures, de 4,800$^{m2}$,00.

Les hauteurs au-dessus du trottoir sont : pour la corniche, 14$^{m}$,60; pour le campanile, 18$^{m}$,30. Les fondations ont 10$^{m}$,80 de profondeur moyenne, ce qui donne une hauteur totale de 29$^{m}$,10. On a traversé pour ces fondations une couche de terres rapportées, puis une couche d'argile et une forte épaisseur de tourbe, au-dessous de laquelle on a rencontré le sable; la grande abondance des eaux a augmenté les difficultés de ces fondations.

Le massif inférieur a employé 3,500$^{m3}$,00 de béton et 4,000$^{m3}$,00 de maçonnerie hydraulique en moellon; en élévation le moellon et la brique entrent pour 2,000$^{m3}$,00, et la pierre de taille pour 2,600$^{m3}$,00; ensemble 12,100$^{m3}$,00. Y compris les épuisements, la dépense a été de 600,000 francs.

Il a fallu faire, soit à la pioche et à jets de pelle, soit à la bêche et avec une installation de treuils, 11,850$^{m3}$,00 de déblais qui ont coûté 61,000 francs. On a employé pour les étayements des fouilles 250$^{m3}$,00 de sapin et 150$^{m3}$,00 de chêne, qui, déposés et reposés successivement, ont donné un cube de bois d'étayements de 920$^{m3}$,00.

Les planchers en fer à double T pèsent 270,000 kilog. La charpente a employé 280$^{m3}$,00 de bois. Avec la couverture en zinc pour la partie supérieure et en ardoise pour les brésis, et avec la menuiserie, la dépense totale faite en 1865 pour ce bâtiment est de près de 900,000 francs.

Les parties inférieures, les bandeaux et corniches sont en pierre du Poitou, des carrières de Chauvigny; le reste en pierre de Méry.

La gare des voyageurs, côté du départ, est à la suite, sur le quai. Ce bâtiment, qui sera livré à la fin de 1866, n'est encore qu'à une hauteur moyenne de 9 mètres; les fondations ont environ 10 mètres de profondeur et dans des conditions plus mauvaises encore que celles de la maison d'administration, parce qu'on se trouvait dans l'ancien lit de la Bièvre. Quand la construction sera terminée, la hauteur au-dessus du trottoir sera de 22 mètres pour la corniche et de 28 mètres pour le campanile.

La longueur de la façade sur les voies (halle couverte) est de 280 mètres, la façade regardant le quai, sur la cour de départ, a 180 mètres.

Les déblais à la pelle et au treuil ont coûté 96,000 fr. pour un cube de 18,900$^{m3}$,00.

On a employé 1,515$^{m3}$,00 de bois pour les étayements, dont 300$^{m3}$,00 en sapin neuf et 115$^{m3}$,00 en chêne neuf.

On a fait 7,350$^{m3}$,00 de béton et 5,400$^{m3}$,00 de maçonnerie hydraulique pour les fondations; jusqu'à présent en élévation, le cube de la brique et du moellon est de 300$^{m3}$,00, et celui de la pierre de taille (Bourgogne, Chauvigny et Méry) de 2,700$^{m3}$,00; ensemble 15,750$^{m3}$,00. Ces maçonneries ont coûté, y compris les épuisements, près de 700,000 francs.

Avec les 50,000 kilog. de fer déjà employés, 180$^{m3}$,00 de bois de charpente, la menuiserie et la couverture, l'ensemble des dépenses atteint 900,000 francs, ce qui, réuni avec le chiffre indiqué ci-dessus, donne 1,800,000 francs pour la somme consacrée en 1865 par la Compagnie d'Orléans à l'édification de sa gare monumentale. (*Note du Comité de Rédaction.*)

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

## des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

### Machine à détente à trois cylindres, construite pour le gouvernement russe, par MM. MAUDSLAY et FIELD.

Planches VII et VIII.

Chacun reconnait maintenant l'avantage qu'il y a à employer la vapeur avec détente, et les principaux constructeurs de machines luttent pour produire des machines économiques. Jadis on employait des machines composées afin d'appliquer dans toute son étendue le principe de la détente. On a placé les cylindres l'un à côté de l'autre, puis bout à bout, on a aussi essayé les pistons annulaires. Le grand défaut de la machine composée est sa complication et la difficulté d'atteindre ses différentes pièces pour les réparer. Son grand avantage consiste en ce fait, que la température de la vapeur est maintenue pendant les premiers moments de la détente à un degré plus élevé que celle que l'on aurait autrement. MM. Maudslay et Field ont longtemps pensé qu'il était plus pratique de produire la détente dans un seul cylindre où le travail commence et finit; cette maison a produit un type particulier de machines à trois cylindres qui a donné des résultats excellents. Elle a été placée à bord de l'*Octavia*.

Les soupapes présentent ici des dispositions fort ingénieuses; le tiroir est disposé de manière à couper la vapeur sans tiroir auxiliaire; la détente la plus forte est de un septième, la plus faible de un tiers. La disposition du tiroir a été inventée et patentée par M. Sells, un des principaux employés de la manufacture de MM. Maudslay et Field; la course du tiroir est déterminée par le recouvrement et la grandeur des lumières, et lorsque les lumières sont grandes et que la détente se fait promptement, le recouvrement est considérable. Pour éviter la trop longue course des tiroirs, M. Sells augmente le nombre des lumières, ce qui lui permet de diminuer alors le recouvrement. Le moyen habituellement employé dans les machines marines pour renverser la vapeur est le secteur. La manœuvre d'élévation et d'abaissement du secteur a été et est encore le dernier mot dans la série des per-



fectionnements. M. Sells remplace le procédé ordinaire de mise en train, le changement de marche et d'arrêt par l'emploi d'une série d'engrenages. La fig. 1, p. VIII, montre cette disposition. Au-dessus du bâti principal est fixé un montant A qui guide la tige du tiroir, supporte l'arbre moteur. La première roue dentée B représentée en pointillé est montée sur l'arbre à manivelle, la seconde C conduit la troisième D, ces deux dernières tournant sur leurs coussinets, soit qu'elles reçoivent le mouvement de la première, soit qu'on le leur donne en élevant ou abaissant leur bâti F. La quatrième roue E est montée sur l'arbre à manivelle du tiroir; on voit, d'après cela, que les deux roues intermédiaires servent à transmettre le mouvement. La partie mobile qui supporte l'engrenage est fixée par l'une de ses extrémités G à un dé mobile dans une rainure, et par l'autre H à un levier de mise en train IKL. Le mouvement, comme l'indique la figure, est à bout de course. Quand on veut renverser la vapeur, voici comment on procède : la roue de mise en train N communique le mouvement à l'arbre M, un engrenage conique L élève ou abaisse la tige LK au moyen d'un écrou. Le boulon H glisse alors dans la rainure O, et entraîne le support FG, qui fait descendre les deux roues intermédiaires. La rainure supérieure G est circulaire, son centre coïncide avec celui de la roue E calée sur l'arbre du tiroir. On voit évidemment que les roues sont d'égal diamètre, ce qui fait que, quelle que soit la position de l'arbre moteur, l'engrenage commande toujours le tiroir. Les lignes ponctuées montrent les positions extrêmes. La roue B que porte l'arbre à manivelle peut être regardée comme la roue motrice et non pas comme roue à renverser le mouvement. Les roues intermédiaires, par leur connexion ou plutôt par leur angle de contact, jouent le rôle de la coulisse. Le changement de position du tiroir peut être provoqué uniquement par le déplacement de l'engrenage intermédiaire qui donne le mouvement à l'arbre à manivelle du tiroir. En élevant ou abaissant ainsi le support F des deux roues CD, on peut gagner ou perdre une demi-révolution par rapport au mouvement de l'arbre moteur.

Le type de la machine (pl. VII) est la machine à bielle en retour à deux tiges de piston. L'une des tiges passe au-dessus de l'arbre moteur, l'autre au-dessous. Elles sont réunies par une traverse assujettie par une glissière qui a la forme d'un U. Les pompes alimentaires et de cule reçoivent directement le mouvement de la traverse de la tête du piston dans la machine du centre. Les condenseurs sont, au nombre de deux, placés en dehors des glissières des machines extrêmes. Ils sont à tubes intérieurs et agissent par surface; les tubes ont une inclinaison de 1 centimètre sur 60 centimètres. La vapeur arrive dans le condenseur au centre de la plaque située du côté de l'arbre moteur. Le liquide condensé est puisé dans la chambre de condensation et envoyé dans le réservoir d'eau d'alimentation placé à la suite de la pompe alimentaire et de la pompe de cule. A chaque extrémité du condenseur on a ménagé des portes pour les réparations et le nettoyage. La pompe à air reçoit son mouvement d'un bras claveté sur l'extrémité de la tige du piston. Cette pompe est à double action, ses clapets sont en caoutchouc. Le tuyau d'alimentation est sur le côté du réservoir d'alimentation, et le tuyau de décharge passe par-dessus les glissières, le T du piston et les bielles. Quand l'eau a circulé autour des tubes elle sort du condenseur du côté opposé aux cylindres. Les tubes sont construits comme à l'ordinaire et garnis à chaque extrémité avec du caoutchouc. La machine n'est peut-être pas disposée de manière à tenir le moins d'espace possible, mais elle consomme extrêmement peu de vapeur. Les diagrammes de l'indicateur ont complétement confirmé les prévisions de l'inventeur et des constructeurs. L'uniformité du mouvement avec un arbre portant trois manivelles séparées est en discussion depuis longtemps, mais quant à l'application pratique on peut en croire MM. Maudslay et Field. (*The Engineer.*)

**Perfectionnement des machines à mortier, par RAINE.**

(Planche VIII, fig. 2 à 4.)

Les dispositions principales de l'invention de M. Raine consistent en ce que les rouleaux sont pressés sur le fond de la caisse par un ou plusieurs ressorts; secondement en ce que l'appareil est monté sur des essieux qui portent en même temps un appareil à vapeur, ce qui fait que l'appareil est complet et peut même hisser des fardeaux.

La fig. 2 représente les deux parties de la machine en élévation, et la fig. 4 en plan. Le bâti est en A, il est monté sur les roues B, ce qui permet de transporter l'appareil là où l'on en a besoin. Sur le bâti est montée en C la chaudière sur laquelle est boulonné le cylindre à vapeur D. La tige du piston est en E, elle communique le mouvement au moyen de la manivelle F à l'axe G qui porte en H un volant. Le modérateur à boules et la pompe se voient sur le dessin, le premier en I et la seconde en K. Sur l'axe G est un pignon conique L qui commande une roue M fixée à un axe N perpendiculaire au premier et monté sur des supports O attachés au bâti. L'axe vertical N est attaché à une boîte P qui porte les rouleaux R. L'axe Q est de section carrée à l'endroit qui traverse la boîte P; il peut se mouvoir de bas en haut et de haut en bas. Les colliers S l'empêchent de prendre un mouvement horizontal. Sur l'axe Q repose une pièce de bois T, puis au-dessus un bloc de caoutchouc U, au sommet duquel est une plaque de métal V qui peut être enfoncée vers le bas par un écrou W qui traverse le sommet de la boîte P. En tournant cet écrou la plaque de métal, et par suite le bloc de caoutchouc U, sont poussés vers le bas, ce qui exerce sur les rouleaux R la pression que l'on désire. L'axe N est retenu par un collier N' qui l'empêche de remonter. A la boîte P est attaché un racloir X pour ramener le mortier ou les autres matériaux vers le centre, et en Y un autre racloir qui rejette en dehors. A la caisse A est attaché un bâti 1, fig. 4, dans lequel est monté un axe 2 qui porte une roue à friction 3 qui est en contact avec une autre roue 4 montée sur l'axe principal G. A l'autre bout de l'axe 2 est un pignon 5 qui conduit une roue 6 sur l'axe d'un tambour 7. Tout ceci constitue un appareil à hisser les fardeaux. L'axe 2 est monté sur un levier 8, comme on le voit dans la fig. 3. En tournant ce levier autour du centre du mouvement 9, la roue à friction 3 peut être soulevée et dégagée de la roue motrice 4, de manière que le tambour 7 n'est plus commandé. L'axe 2 est suffisamment libre dans ses coussinets pour permettre un petit mouvement à l'autre extrémité. Au-dessus de la roue à friction 3 est placé un levier courbe 10 contre lequel la roue arrive quand elle est dégagée, ce qui forme frein. Pendant qu'on monte le fardeau, la roue 3 est mise en contact avec la roue 4 par la pression exercée sur le levier 8. (*The Engineer.*)

**Appareil pour contrôler la charge des voitures dans les chemins de fer, par EHRARDT.**

Planche VIII, fig. 6.

L'ingénieur du chemin de fer de l'Est dans le royaume de Saxe, M. Ehrardt, de Dresde, a imaginé un appareil destiné à donner sans difficulté, avec assez d'exactitude et peu de dépense, le poids supporté par les essieux des voitures dans les chemins de fer, et cela bien mieux et plus commodément qu'avec les bascules centésimales. L'usine de M. Hartmann de Chemnitz en a entrepris la fabrication, et des brevets ont été pris en Angleterre par M. Otto Gossehl, en Allemagne, en France, etc.

Cet appareil est déjà en usage sur différents chemins de fer, et il a donné d'excellents résultats. M. Weber, directeur des chemins de fer de Saxe, l'a expérimenté et le considère comme l'un des appareils les plus utiles pour arriver à la sécurité sur les chemins de fer.

A l'opposé des balances centésimales, cet appareil est très-portatif, car il ne pèse que 47 kilog., et il permet de prendre le poids supporté par un essieu en quelque endroit que ce soit. Le prix n'atteint pas la dixième partie de ce que coûte une balance décimale avec ses fondations et sa couverture.

La fig. 6 montre une élévation de l'appareil disposé à mesurer le poids que supporte un essieu de voiture chargée. Il consiste en une plaque de fonte rectangulaire qui forme la base et l'appui du fléau de la romaine. La portion horizontale A de ce support se termine par un pied de biche *a* qui, lorsqu'on veut peser une voiture placée sur des rails, vient s'appliquer sur la partie inférieure du champignon du rail. La partie verticale du massif de fonte A' porte à sa partie supérieure une romaine graduée B sur laquelle glisse un poids mobile *b*. A la romaine est fixée une tige *c* articulée en bas avec le levier D. Ce levier porte à son autre extrémité un doigt en acier *d* destiné, quand l'appareil est en action, à supporter la partie inférieure du bandage de la roue en la soulevant de dessus les rails. Le levier D porte aussi un couteau *d'* qui repose sur des coussinets *e* mobiles dans des rainures pratiquées aux deux bords de la plaque de fondation A. Ce couteau est l'axe autour duquel oscille le levier D lorsque son extrémité la plus longue est chargée par le poids *b* de la romaine.

Pour adapter la machine aux rails de différentes hauteurs, on emploie une cale mobile E. De même que les coussinets *e* elle est formée de deux pièces; en la manœuvrant à l'aide de la vis *f* on l'enfonce plus ou moins sous les coussinets, ce qui permet d'élever le doigt *d* et d'ajuster par suite le levier D qui vient alors au contact de la roue. La plateforme repose sur le sol par l'extrémité d'une vis G que l'on ajuste à volonté. De cette manière on arrive à faire passer par un point *g'*, tracé en haut du montant A', un fil à plomb *g*. Le montant A' se trouve alors placé verticalement. La romaine B a un couteau comme d'ordinaire et un index *b'* qui se meut devant un arc de cercle gradué. La tige *c* est articulée à sa partie supérieure avec le bras de la romaine.

Pour déterminer la pression supportée par un essieu et pour égaliser la charge sur les axes d'une locomotive ou d'une voiture, on place un appareil semblable à celui qui vient d'être décrit sous chacune des roues, de telle manière que le pied de biche *a* de la plaque de fondation A repose sur le champignon du rail, et que le doigt de levier D saisisse le dessous de la roue. L'appareil étant ajusté au moyen de la vis G, de manière que le fil à plomb indique la verticalité du montant A', on pousse le coin E jusqu'à ce que le bras B atteigne sa position normale, ce que l'on voit quand l'index *b'* est au zéro, le poids *b* y étant aussi. La même opération étant faite pour les appareils des quatre roues, on soulève chaque roue et l'on apprécie la charge de chaque roue séparément en lisant sur l'échelle que porte le bras de la romaine.

Quand on peut passer l'appareil par-dessous le rail, on se sert du valet H que l'on engage au-dessous, la vis I qui traverse la plateforme le force à s'appliquer exactement sous le champignon inférieur. (*Polytechnisches Journal.*)

## Scie à dents mobiles d'EMERSON.

Planche VIII, fig. 5.

Cette figure représente une disposition que l'on peut employer pour adapter aux lames des scies circulaires des dents mobiles, ainsi nommées par opposition aux



dents pratiquées dans les scies ordinaires. L'idée n'est pas tout à fait nouvelle, mais la disposition proposée ici constitue un perfectionnement notable.

En examinant la figure on voit que la dent A est de forme recourbée, et qu'elle a une rainure à la partie postérieure en B. On la met alors en place sur la lame de la scie qui est disposée à la recevoir, puis on la coïnce au moyen d'un rivet C dont une moitié prend sur la dent et l'autre sur la scie à laquelle il adhère fortement. De cette façon les dents ne peuvent pas prendre de jeu, car leur action sur le bois que l'on scie tend à les maintenir solidement à leur place, et d'autant plus que la résistance est plus grande. Le bord de la lame est taillé en biseau, ce qui empêche la dent de glisser en côté.

Les dents sont faciles à mettre en place, et leur ajustage n'endommage nullement la lame de scie. Le côté concave de la dent est plus épais que le côté opposé, ce qui forme une chambre à sciure de bois, de telle sorte que la sciure ne peut pas s'engager dans la dent et gêner les mouvements en développant de la chaleur. Au contraire, elle est poussée hors de la pièce de bois.

L'inventeur trouve à cette disposition les avantages suivants : les dents sont faites en très-bon acier fondu, tandis que la lame de la scie n'a pas besoin d'être faite avec un métal aussi cher. On peut les enlever et en remettre des neuves avec la plus grande facilité. Elles augmentent la largeur de la scie, n'ont pas besoin de chemin, et exigent moins de force que les dents ordinaires. La scie s'engorge bien moins facilement, et par suite les chances de rupture sont diminuées; on peut n'employer que moitié moins de dents, elles coupent mieux et s'échauffent moins que dans les scies ordinaires. (*Scientific American.*)

**Sur la vitesse la plus avantageuse à donner à un navire à vapeur complétement chargé pour effectuer un voyage donné**, par J. Napier.

L'auteur ayant à faire faire à un navire à vapeur une traversée pour porter un chargement de fonte et rapporter du sucre, chercha la vitesse qu'il convenait de donner au navire pour obtenir le bénéfice maximum. Par suite, il arriva à déduire la loi générale qui relie la consommation de charbon aux autres conditions du voyage.

Comme le problème a trait à un bateau à vapeur qui effectue un voyage donné, on a choisi le cas où le navire emporte du port de départ assez de charbon pour effectuer la traversée de retour.

L est le poids en bloc du charbon, de la cargaison et des approvisionnements que peut porter le navire.

D, la longueur du voyage.

A, la vitesse du navire chargé produite par la combustion d'un certain poids de charbon $h$.

$h$, le poids de charbon nécessaire pour produire la vitesse A.

$a$, le prix du charbon à bord.

$b$, le prix du chargement et du déchargement du navire.

$c$, le montant des droits relatifs à la cargaison.

$e$, la commission due pour le fret.

F, le fret pour la cargaison au départ.

G, le fret pour la cargaison de retour.

H, l'intérêt de l'argent pour le navire et les gages de l'équipage.

J, le temps du séjour dans le port, du chargement, du déchargement, etc.

K, les autres dépenses du voyage telles que : avances sur le navire, pilotage, gages de l'équipage et dépenses du navire au port, etc.

V, la vitesse cherchée.



X, le poids de charbon brûlé pendant le voyage dont la durée est D.

Comme X varie proportionnellement à $V^2$, et comme $h$ tonneaux sont brûlés pour une vitesse A, on a
$$X = \frac{h V^2 D}{A^3}.$$

Le temps pendant lequel on chauffe pendant le voyage est $\frac{D}{V}$.

Le poids de la cargaison au départ est $L - \frac{h V^2 D}{A^3}$.

Le poids de la cargaison de retour est $L - \frac{h V^2 D}{2 A^3}$.

Le fret pour la cargaison au départ est $F \left(L - \frac{h V^2 D}{A^3}\right)$.

Le fret de retour est $G \left(L - \frac{h V^2 D}{A^3}\right)$.

Le fret pour le voyage entier est $L(F + G) - (2 F + G) \frac{h D}{2 A^3} V^2$.

La dépense de charbon pour le voyage est $\frac{a h D}{A^3} V^2$.

La dépense pour charger et décharger les deux cargaisons est
$$2 b L - \frac{3 b h D}{2 A^3} V^2.$$

Les droits sur la cargaison se montent à $c \left(L - \frac{h D}{A^3} V^2\right)$.

La commission est représentée par $c\, L (F + G) (2 F + G) \frac{h D}{2 A^3} V^2$.

L'intérêt et la solde de l'équipage sont donnés par l'expression $\frac{H D}{V}$.

Voilà les conditions de profit ou de perte qui dépendent de la vitesse du navire. Quant à la quantité H, elle se compose de l'assurance, la dépréciation du navire, ses réparations, etc. La quantité X a été représentée par $\frac{h D V^2}{A^3}$, elle dérive de ce fait pratique, que la forcè de la machine pour une vitesse donnée varie comme le cube de la vitesse. Pourtant la force de la machine peut dépendre de diverses circonstances comme, par exemple, de la détente. Dans les navires à vapeur en général, quoique l'on puisse agir avec une détente plus ou moins grande, on ne gagne rien à augmenter la détente, peut-être même au contraire. Si l'on se propose de réduire la vitesse, la formule donnée pour X est suffisamment exacte pour la pratique.

Le bénéfice sur le voyage étant la différence entre la somme reçue pour le fret et les dépenses occasionnées par le transport, on aura
$$L \left\{(F + G)(1 - e) - (2 b + c)\right\} -$$
$$- \left\{(2 F + G) + 2 a - 3 b - 2 c - e (2 F + G)\right\} \frac{h}{2 A^3} D V^2 - \frac{D H}{V} - K. \qquad [A]$$

Le bénéfice dans l'unité de temps s'obtiendra en divisant cette expression par la durée du voyage ou $\frac{D}{V} + J$. On aura alors :
$$Q = \frac{L R V - S D V^3 - D H - K V}{D + J V},$$
ou
$$Q = \frac{(L R - K) V - S D V^3 - D H}{D + J V}.$$

C'est cette valeur dont il faut chercher le maximum. On y représente par R le coefficient de L dans l'équation A ; par S, celui de $DV^2$. On devra avoir

$$\frac{(D+JV)\{LR-K-3SDV^2\}-\{(LR-K)V-SDV^3-DH\}J}{(D+JV)^2}=0,$$

$$D(LR+JH-K)-3D^2SV^2-2JSDV^3=0,$$

$$V^3+\frac{3D}{2J}V^2-\frac{LR+JH-K}{2JS}=0,$$

équation du troisième degré que l'on peut résoudre par les procédés connus.

A la place de K, il est plus avantageux de mettre $HJ+M$ en appelant H J le montant des dépenses de l'équipage, etc., pendant que le navire est au port, et M les autres dépenses qui ne proviennent pas de la valeur de la cargaison, comme, par exemple, les droits de tonnage, de pilotage, etc.

Le bénéfice sera alors :

$$Q=\frac{(LR-JH-M)V-SDV^3-DH}{D+JV}. \qquad [B]$$

Alors l'équation qui donne le maximum du bénéfice est

$$V^3+\frac{3D}{2J}V^2-\frac{LR-M}{2JS}=0. \qquad [C]$$

On peut appliquer cette formule au cas du voyage du *Lancefield* de Glasgow à Dunkerque.

| | |
|---|---|
| $L=240\,Tx$. | $e=3^f,5$ par kilog. |
| $D=1428$ milles. | $F=13^f,75$ par $Tx$. |
| $A=9,5$ milles par heure. | $G=17^f,50$ par $Tx$. |
| $h=0,4\,Tx$. | $H=7^f,75$ par heure. |
| $a=12^f,5$ par $Tx$. | $J=168$ heures (7 jours). |
| $b=1^f,25$. | $M=950$ francs. |
| $c=1^f,25$ par $Tx$. | |

Alors on a $R=1,0125$. $S=0,000554$.

$$V^3+12,75\,V^2-1,101=0,$$

et l'on trouve pour $V=7.4$ milles nautiques à l'heure.

Comme le *Lancefield* peut filer 9.15 milles par heure, on voit qu'il n'est pas avantageux d'employer la vitesse maximum.

Si l'on peut diminuer J ou le temps que le navire passe au port pour charger et décharger la cargaison, sans en augmenter la dépense, la vitesse la plus avantageuse sera plus grande.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| J ou temps passé au port en heures | 168 | 144 | 120 | 96 | 0 |
| Vitesse la plus avantageuse en milles | 7.4 | 7.6 | 7.8 | 8 | 9.28 |

On voit alors, d'après l'équation C, que plus la valeur de M décroît, plus la vitesse avantageuse augmente. Dans le cas impossible où $M=0$, c'est-à-dire où il n'y a rien à payer pour le tonnage, le pilotage, etc., et où $J=96$ heures, la vitesse la plus avantageuse serait 8,6 milles à l'heure.

Ces calculs montrent que si l'on veut tirer le plus de profit possible d'une somme donnée employée à des transports par bateaux à vapeur, il faut les construire tout exprès pour le commerce auquel ils doivent être employés. Comme la résistance de l'eau au mouvement des corps flottants est suffisamment bien connue dans ce cas, un constructeur habile peut dresser le plan d'un navire pour des conditions données et surtout pour rapporter le plus de bénéfices possible. (*The Engineer.*)

**Sur la seconde loi de la théorie mécanique de la chaleur,**
par W.-J. MACQUORN-RANKINE.

1. On a longtemps admis que les relations connues entre la chaleur et le mouvement étaient exprimées par deux lois appelées, la première et la seconde loi de la théorie mécanique de la chaleur :

*Première loi.* — La chaleur et le mouvement se transforment l'un dans l'autre à raison de 424 kilogrammes par unité de chaleur.

*Deuxième loi.* — La quantité de travail convertie pendant qu'un corps donné change de formes et de dimensions, est le produit de la température absolue par une fonction de ce changement et de la nature ainsi que de l'état du corps.

On doit entendre ici par température absolue la température mesurée sur une échelle graduée de telle sorte que la température d'un corps homogène varie proportionnellement à la quantité de travail qu'il possède sous forme de chaleur sensible ou thermométrique.

2. Les lois de la thermodynamique, énoncées comme on vient de le dire, sont simplement l'expression des faits. On peut aussi les considérer comme résultant de la supposition que la chaleur sensible est due à un certain mouvement des particules des corps.

3. La première loi découlerait évidemment de la supposition d'un mouvement moléculaire arbitraire, et elle n'autorise aucun choix parmi les différents mouvements qui peuvent constituer la chaleur sensible.

4. S'il y a, dans les corps, des mouvements moléculaires, il est certain que quelques-uns d'entre eux ne sont pas accompagnés de chaleur sensible, bien qu'ils puissent tous se convertir en chaleur. Par exemple, le mouvement (vibratoire ou ondulatoire, par exemple) qui constitue la radiation visible ou invisible n'est pas accompagné de chaleur sensible, et ne produit de la chaleur sensible que par l'absorption, c'est-à-dire, d'après l'hypothèse, par sa conversion en une autre espèce de mouvement, tandis que d'un autre côté la chaleur disparaît dans le phénomène de la radiation.

5. L'objet de ce mémoire est de prouver d'une manière élémentaire que la seconde loi de la thermodynamique dérive de la supposition que la chaleur sensible consiste en une sorte de mouvement moléculaire permanent dans des espaces limités.

6. L'expression mouvement permanent est ici employée dans le même sens qu'en hydrodynamique pour indiquer le mouvement soit d'un fluide continu, ou d'un système de molécules séparées dans lequel la vitesse et la direction du mouvement d'une particule dépendent uniquement de sa position, de telle sorte que chaque particule parmi celles qui passent successivement par une position donnée prend à son tour la vitesse et la direction propre à cette position. En d'autres termes, le mouvement permanent peut être défini comme le mouvement dans une série de courants de figure invariable.

Quand un mouvement permanent se produit dans un corps confiné dans un espace limité, les courants que suivent les particules dans leur mouvement doivent évidemment revenir sur eux-mêmes et être fermés à la manière des tourbillons.

7. Un mouvement permanent laisse inaltérée la distribution de la densité de la matière en mouvement, ainsi que les forces qui dépendent de cette distribution, que ce soient des pressions ou des attractions. A cet égard il diffère du mouvement non permanent.

8. Concevons un espace limité de forme quelconque et supposons le plein de matière en mouvement permanent. La force vive actuelle de chaque molécule matérielle est le produit de sa masse par la moitié du carré de sa vitesse, et la force vive de la masse entière est la somme de tous ces produits. A cause de la perma-



nence du mouvement, la force vive de la particule qui, à un moment quelconque, occupe une position donnée est une fraction définie de la force vive totale qui dépendait de cette position et de la distribution de la matière dans l'espace. Mais l'échelle de la température absolue est définie comme graduée, de telle sorte que la force vive totale de la matière qui remplit l'espace soit le produit de la température absolue par la masse de la matière et par une certaine fonction de la nature et de la distribution de la matière; alors la moitié du carré de la vitesse de la particule qui, à un moment donné, occupe une certaine position dans l'espace considéré, est égale à la température absolue multipliée par une fonction de cette position, de l'espèce et de la distribution de la matière.

9. Supposons maintenant que les dimensions de l'espace limité dans lequel se meut la matière et la distribution de cette même matière subissent un changement infiniment petit par l'application de forces convenables, et qu'après cela le mouvement devienne permanent comme il était auparavant, alors les dimensions et la position de chaque courant auront été altérées, et le travail développé, en effectuant cette altération consistera en force vive transformée en chaleur. Considérons maintenant un point placé dans l'un des courants avant le changement, et de là abaissons une perpendiculaire sur le même courant après le changement; le travail fait dans le changement de place de la particule qui occupait ce point un moment auparavant est le produit du déplacement perpendiculaire du courant par la force exercée dans le sens de la perpendiculaire. Mais le déplacement perpendiculaire du courant est une fonction de la position du point déplacé. La force est égale et opposée soit à la force centrifuge de la particule, ou à l'un de ses composants, et par suite, elle est proportionnelle au carré de la vitesse de la particule et à une certaine fonction de sa position, et de l'espèce ainsi que de la distribution de la matière des corps. Ainsi la force vive transformée dans le glissement d'une particule est proportionnelle au carré de sa vitesse et à une certaine fonction de sa position, de l'espèce et de la distribution de la matière dans l'espace considéré, et du changement de dimensions de cet espace ainsi que de la distribution de la matière.

10. On a déjà vu que le carré de la vitesse de la particule qui, à un moment donné, occupe une certaine position, est proportionnel à la température absolue et à une fonction de cette position et de l'espèce ainsi que de la distribution de la matière. De la sorte, si la chaleur sensible est produite par un mouvement moléculaire permanent dans des espaces limités, la conversion de la force vive pendant qu'il s'opère un changement dans les dimensions de ces espaces et dans la distribution de la matière qu'ils renferment, est le produit de la température absolue par une certaine fonction de ce changement et de l'espèce et de la distribution de la matière.

11. Dans un mémoire sur l'action mécanique de la chaleur publié dans les *Transactions de la Société royale d'Edinburgh* pour l'année 1850, l'auteur a déduit la seconde loi de la thermodynamique sous la forme déjà établie, de l'hypothèse d'une espèce particulière de mouvement, à savoir la révolution dans des courants circulaires. Dans un mémoire sur la théorie centrifuge de l'élasticité publié dans les mêmes *Transactions* pour 1851, il a déduit la même loi de l'hypothèse d'un mouvement moléculaire permanent dans des courants de forme quelconque, proposition identique à celle qui forme le but du présent mémoire. Comme la démonstration donnée en 1851 renfermait des formules symboliques et compliquées, la démonstration actuelle a pour but de la remplacer.

12. Il est évident que la permanence d'un mouvement moléculaire est la condition essentielle qui permet de déduire la seconde loi de la thermodynamique d'une hypothèse mécanique, et qu'aucune espèce de mouvement non permanent, comme un mouvement vibratoire ou ondulatoire, ne conduirait aux mêmes résultats. Si donc



on admet comme probable que les phénomènes de chaleur soient dus à un mouvement moléculaire invisible, il faut alors admettre que, tandis que le mouvement qui constitue la radiation peut être vibratoire et ondulatoire, celui qui constitue la chaleur sensible ou thermométrique doit être permanent et sous forme de courants.

13. La fonction par laquelle on multiplie la température absolue pour calculer la conversion de force vive en action thermique est de la forme de celles que l'auteur appelle métamorphiques. C'est un des termes de la fonction thermodynamique qui correspond à celle que . Clausius appelle entropique.

*Appendice.* — On peut donner, ainsi qu'il suit, la démonstration symbolique de l'énoncé précédent.

Soit $m$ la constante qui caractérise les propriétés spécifiques de l'espèce de matière qui est en mouvement dans un espace limité.

Représentons par $f$ la forme et la dimension de cet espace et des courbes décrites par les particules qu'il renferme et $\delta f$ un changement infiniment petit de cette forme et de ces dimensions.

Soit $p$ la position d'un point relativement au centre de la matière contenue dans cet espace lorsque $\delta f = 0$. Comme le mouvement est permanent, chaque particule de matière qui arrive successivement au point $p$ prend la vitesse, la direction et la courbure du mouvement propre à ce point. Soit $v$ cette vitesse et $r$ le rayon de courbure, alors une particule ayant pour masse l'unité, en traversant $p$ aura pour force vive de l'unité de masse

$$\frac{v^2}{2} = k\theta. \qquad [1]$$

dans laquelle $\theta$ est une quantité de la constance de laquelle dépend la permanence du mouvement, et $k$ une fonction de $(m, f, p)$.

On a aussi:

$$\text{force centrifuge de l'unité de masse} = \frac{v^2}{r} = \frac{2k\theta}{r}, \qquad [2]$$

dans laquelle $r$ et par conséquent $\frac{2k}{r}$ sont des fonctions de $(m, f, p)$.

Supposons maintenant que le changement représenté par $\delta f$ vienne à se produire et que le mouvement redevienne permanent. Soit $\delta n$ la longueur d'une ligne menée par la position primitive du point $p$ perpendiculairement à la courbe du courant des particules qui ont traversé précédemment $p$, et soit $\wedge rn$, l'angle fait par $\delta n$ avec $r$. Alors $\delta n$ et $\wedge rn$ sont tous deux des fonctions de $(m, f, p, \delta f)$. Ainsi le travail effectué ou la force vive transformée, pour l'unité de masse au point $p$ pendant que la courbe des particules qui traversent $p$ parcourt $\delta n$, est

$$\frac{v^2}{r}\,\delta n \cos \wedge rn = \frac{2k\theta.\,\delta n \cos \wedge rn}{r} = \theta \times \text{fonction}\ (m, f, p, \delta f). \qquad [3]$$

La force vive convertie pendant le changement $\delta f$ dans tout l'espace considéré est la somme des forces vives converties pour chaque unité de masse contenue dans l'espace. Mais par définition $\theta$ est constant, et la somme d'une suite de fonctions de $p$ est une fonction de $f$ et de $m$, alors la force vive totale transformée est :

$$\theta\,\Sigma \frac{2k.\,\delta n \cos \wedge rn}{r} = \theta \times \text{fonction}\ (m, f, \delta f), \qquad [4]$$

et comme $\delta f$ est infiniment petit, l'expression précédente équivaut à la suivante :

$$\text{Force vive convertie} = \theta \times \text{fonction}\ (m\ f)\ \delta f = \theta\ \delta\ f(m\ f). \qquad [5]$$

Si $\theta$ est la température absolue, on a alors la seconde loi de la théorie mécanique de la chaleur. Il faut remarquer aussi que souvent $f$ est une fonction de $\theta$.

*The Engineer.*

COMITÉ DE RÉDACTION.



# REVUE DE CHIMIE PRATIQUE ET THÉORIQUE.

## 1° MÉTALLOIDES.

**Préparation économique de l'oxygène.** — M. Fleitmann [1] chauffe doucement à 70°-80° c. une solution la plus concentrée possible de chlorure de chaux additionnée de quelques gouttes d'un sel de cobalt..

Le cobalt passe à l'état de peroxyde et l'on obtient 25 à 30 fois le volume du liquide en oxygène..

M. Boettger [2] rappelle qu'il a déjà indiqué en 1851 et 1857 ce procédé, en ajoutant que le même effet s'obtient en employant, outre les sels de cobalt, ceux de nickel, de fer et de cuivre. Il recommande surtout l'emploi de l'hydrate d'oxyde de cuivre..

M. Carlevaris [3] conseille d'ajouter (ce qui était déjà parfaitement connu et souvent pratiqué depuis bien longtemps) du sable siliceux au peroxyde de manganèse avant de le calciner pour en dégager l'oxygène.

M. Archerau [4] propose une légère modification du procédé de M. Deville, basé sur la décomposition de l'acide sulfurique au rouge en acide sulfureux, qu'on absorbe par une solution alcaline, et en oxygène. Il calcine dans une cornue un mélange de sable et de sulfate de chaux; il se forme du silicate de chaux et l'acide sulfurique éliminé se décompose par la haute température en acide sulfureux et oxygène; les gaz bien refroidis sont comprimés à une pression de 3 atmosphères. Le gaz sulfureux se condense en partie et peut être utilisé dans les chambres de plomb. L'oxygène est recueilli dans un gazomètre après avoir traversé une solution alcaline (lait de chaux) pour lui enlever le reste du gaz sulfureux. Le prix de revient est dit n'être que de 50 centimes par mètre cube.

**Dégagement d'hydrogène par l'action du zinc sur un sel ammoniacal.** — M. Lorin [5] fit réagir le zinc sur différents sels ammoniacaux et sur quelques sels d'aniline, de méthylamine, d'éthylamine, etc., en solution aqueuse. Déjà à la température ordinaire, mais plus facilement vers 40°, il obtint un abondant dégagement d'hydrogène; le fer agit à peu près comme le zinc. Avec l'azotate d'ammoniaque l'action du zinc est différente : vers 50° il se dégage du protoxyde d'azote.

**Préparation de l'eau oxygénée.** — D'après M. Schoenbein [6], en secouant des limailles de zinc amalgamées, avec un peu d'eau distillée, dans un très-grand flacon, l'eau se charge de bioxyde d'hydrogène en même temps qu'il se forme de l'oxyde de zinc. L'eau oxygénée ainsi préparée est complétement exempte d'acides, et ne renferme ni zinc, ni mercure..

**Azote dissous dans l'eau.** — M. Grove [7] a reconnu que de l'eau soumise à l'ébullition, même à plusieurs reprises, renferme toujours encore de l'azote en dissolution. Il conclut de ses expériences que l'on ne peut chasser entièrement ce gaz, et qu'une eau exempte d'azote est encore inconnue. Ce fait confirmerait l'opinion que l'ébullition n'a lieu que si le liquide renferme des bulles de gaz en dissolution.

1. Fleitmann, *Ann. chem. pharm.*, CXXXIV, april 1865.
2. Boettger, *Erdmann, Journ. prakt. Chem.*, XCV, 1865, p. 309.
3. Carlevaris, *Les Mondes*, p. Moigno. VIII, p. 606.
4. Archerau, *Dingl. Polyt. Journ.*, CLXXVIII, 1866, p. 57.
5. *Zeitschr. für Chemie*, 8ᵉ ann., p. 480.
6. *Jahresber. des Phys. Ver.* zu Frankfort s./m., 1863-1864.
7. Grove, *Bull. de la Soc. d'encouragement*, t. XII, p. 309.

**Transformation du protoxyde d'azote en azotate d'ammoniaque.** — Il résulte des expériences de M. Persoz[1] que sous l'action de la potasse à une certaine température, le protoxyde d'azote et l'eau réagissant l'un sur l'autre, régénèrent l'azotate d'ammoniaque, ou plutôt ses produits immédiats; l'acide azotique se fixe sur la potasse et l'ammoniaque se dégage.

**Acide azotique.** — M. Dietzenbacher[2] signale quelques propriétés de l'acide azotique employé comme agent d'oxydation. L'action est beaucoup plus énergique lorsque l'acide azotique monohydraté est mélangé avec l'acide sulfurique de Nordhausen : ainsi le soufre, le phosphore ordinaire, le phosphore rouge, l'arsenic, etc., sont oxydés même à froid; le charbon et le noir de fumée brûlent avec une grande vivacité dans le mélange des deux acides; cependant ce mélange acide est sans action sur le zinc, le fer, le cuivre, l'étain; le fer ne devient pas passif.

**Application industrielle de l'ammoniaque à la production du vide.** — M. Ch. Tellier[3] propose d'employer l'ammoniaque pour la production du vide, surtout en vue de l'épuisement des fosses d'aisances. En remplissant les tonneaux de vidange de gaz ammoniac, puis en y injectant quelques litres d'eau, presque tout le gaz se dissout rapidement, il se produit un vide, et si alors on établit la communication avec les fosses à épuiser, les matières fécales sont aspirées et viennent remplir les tonneaux en quelques minutes.

Les dispositions qu'indique M. Ch. Tellier permettent de recueillir le gaz ammoniac et de le faire servir à une nouvelle opération.

**Nouvelle propriété du soufre.** — D'après MM. Moutier et Dietzenbacher[4], le soufre chauffé avec une petite quantité d'iode, ou bien de naphtaline, de paraffine, de camphre, d'essence de térébenthine, etc., devient, par le refroidissement, mou et plastique, et, traité par le sulfure de carbone, laisse un notable résidu de soufre amorphe insoluble. La modification s'opère vers 240 degrés si l'on fait usage du camphre; avec les autres matières la température doit être beaucoup plus élevée. Les auteurs attribuent cette transformation à l'action du carbone de la matière organique.

M. A. Keller[5] a repris les expériences de MM. Moutier et Dietzenbacher, et il a constaté que les phénomènes que ces savants attribuent à la présence du carbone ne sont dus qu'au refroidissement brusque du soufre fondu, et sont le résultat d'une sorte de trempe qu'on lui fait subir.

**Extraction du sélénium des chambres de plomb dans les fabriques d'acide sulfurique.** — M. R. Boettger[6] propose la méthode suivante qui est assez simple : le limon sélénifère des chambres de plomb est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau pour le débarrasser de l'acide sulfurique qu'il retient; on le fait bouillir alors avec une solution concentrée de sulfite neutre de soude jusqu'à ce que celui-ci se colore en noir, ce qui est dû au plomb que contient le limon. On met le tout sur un filtre double en papier, et on laisse filtrer le liquide goutte à goutte dans un vase renfermant de l'acide chlorhydrique étendu : le sélénium se précipite immédiatement en gros flocons rouges qu'on purifie facilement en répétant le même traitement.

**Combinaison de sélénium avec le phosphore.** — D'après M. O. Hahn[7], le

1. *Comptes rendus*, t. LX, p. 443.
2. *Comptes rendus*, t. LX, p. 1022.
3. Ch. Tellier. *Comptes rendus*, t. LX, p. 338.
4. *Comptes rendus*, t. LX, p. 553.
5. *Bull. de la Soc. chim.*, nouv. sér., t. III, 1865, p. 346.
6. *Jahresber. des phys. Vereins* zu Frankfort s./m., 1863-1864.
7. *Journ. für. prakt. Chemie*, t. XCIII, p. 430.



phosphore et le sélénium ne se combinent pas au-dessous de 100°, mais au-dessus de cette température, la combinaison a lieu avec incandescence. Suivant qu'on change les proportions des deux corps on obtient le *sous-séléniure de phosphore* $Ph^2 Se$, le *monoséléniure* $Ph Se$, le *triséléniure* $Ph Se^3$, ou le *pentaséléniure* $Ph Se^5$. Le premier constitue un liquide huileux ne mouillant pas le verre et se prenant en masse à — 12° ; le second est solide, de couleur rouge clair ; le triséléniure est également solide, mais de couleur rouge rubis foncé ; enfin le pentaséléniure est rouge brun. Toutes ces combinaisons sont susceptibles de s'unir aux métaux et de former avec eux des sélénio-phosphures de la formule générale : $2 (M Se), Ph Se^5$.

**Remarques sur l'eau de chlore** [1]. — On sait depuis longtemps qu'une solution aqueuse de chlore s'altère par son exposition à la lumière, et que de l'acide chlorhydrique prend naissance. M. Millon vient de montrer récemment qu'il se forme aussi de l'acide hypochloreux, et, d'un autre côté, M. Barreswill signale encore la formation, dans ces circonstances, de l'acide perchlorique.

**Acide chlorhydrique arsenifère du commerce.** — Depuis l'emploi des pyrites de fer dans la fabrication de l'acide sulfurique, on sait que la teneur de cet acide en arsenic a beaucoup augmenté, et, par suite, les produits industriels préparés avec l'acide sulfurique renferment une proportion d'arsenic beaucoup plus forte. M. A. Houzeau [2] a examiné spécialement les acides chlorhydriques du commerce, et il résulte de ses recherches qu'un kilog. d'acide renferme en moyenne un décigr. de chlorure d'arsenic ($As Cl^3$).

Pour purifier l'acide chlorhydrique arsenifère, M. A. Houzeau indique les procédés suivants :

Lorsqu'on se propose d'obtenir un acide faible, il suffit de faire bouillir l'acide arsenifère du commerce dans une fiole à fond plat jusqu'à réduction au 2/3 du volume primitif. L'acide chlorhydrique qui se dégage entraîne tout l'arsenic sous forme de chlorure $As Cl^3$, et le liquide restant dans la fiole n'est plus arsenifère. Trois litres d'acide du commerce fournissent, en moins de trois heures, deux litres d'acide exempt d'arsenic.

Pour préparer un acide fumant, on se sert d'une fiole à fond plat de six litres de capacité dans laquelle on verse trois litres d'acide arsenifère additionné de $0^g,3$ de chlorate de potasse ; on adapte au goulot de la fiole un bouchon portant un tube de sûreté et un second tube d'un plus grand diamètre, un peu effilé à sa partie inférieure, et renfermant des rognures de cuivre fortement tassées jusqu'à 7 millimètres de son orifice supérieur ; on achève de remplir ce tube avec de l'amiante ou du verre concassé, et on le fait communiquer avec un tube abducteur qui dirige le gaz chlorhydrique purifié dans son récipient.

La marche de l'opération se comprend aisément : en portant l'acide à l'ébullition, on complète la transformation du chlorure d'arsenic en acide arsénique fixe, par suite de la décomposition du chlorate de potasse ; le chlore en excès est entraîné avec le gaz chlorhydrique humide à travers le cuivre qui l'absorbe de préférence à l'acide pour lequel son affinité est bien moins grande. Le chlorure de cuivre retombe dans la fiole sous forme de dissolution, tandis que l'acide gazeux va se condenser dans l'eau distillée. Comme il est important qu'il y ait au sein de l'acide en ébullition un léger excès de chlore pour empêcher la réduction de l'acide arsénique, on fait arriver, par le tube de sûreté, un courant constant d'acide chlorhydrique additionné de chlorate de potasse dans une proportion décuple de l'acide primitif. — Lorsque l'opération est conduite avec soin, l'acide recueilli ne renferme ni arsenic, ni chlore libre.

1. *L'Institut*, p. 231, juillet 1865.
2. *Comptes rendus*, t. LIX, p. 1025.

**Combinaison de l'acide chloronitreux avec l'acide sulfurique anhydre.** — D'après M. R. Weber [1] l'acide chloronitreux qui se trouve parmi les vapeurs résultant de la décomposition de l'eau régale, forme avec l'acide sulfurique anhydre une combinaison blanche cristallisable. Pour l'obtenir, on fait arriver dans un ballon, renfermant de l'acide sulfurique maintenu liquide, les gaz provenant de la décomposition de l'eau régale, convenablement desséchés. Les parois du ballon se recouvrent bientôt d'un liquide huileux qui se rassemble au fond du vase, et qui cristallise en lamelles blanches fusibles, se colorant en jaune par l'action de la chaleur, puis se décomposant par la distillation. L'eau décompose cette combinaison en acide sulfurique, acide chlorhydrique et bioxyde d'azote; sa formule est :

$$2SO^3 + Az\,O^2\,Cl.$$

**Préparation de l'acide arsénique.** — M. J. Girardin [2] propose de saturer à l'ébullition l'acide chlorhydrique pur avec de l'acide arsénieux, et de faire passer dans la liqueur encore chaude un courant de chore gazeux. On interrompt le courant de chlore quand une petite portion du liquide neutralisé par de la potasse ne se colore plus en vert par le bichromate de potasse; on distille alors la liqueur dans une cornue pour recouvrir la majeure partie de l'acide chlorhydrique, enfin on achève l'évaporation dans une capsule en porcelaine.

**Action de l'acide sulfurique concentré sur l'hydrogène arsénié et antimonié.**— D'après M. Th. Humbert [3], lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène arsénié à travers de l'acide sulfurique concentré, il se sépare d'abord un précipité brun, floconneux, ayant l'aspect de l'hydrogène arsénié solide, tel que M. Wiederhold l'a décrit; plus tard, on peut constater la formation d'hydrogène sulfuré; enfin il se sépare du sulfure d'arsenic jaune. Le précipité brun renferme de l'arsenic, du soufre et de l'hydrogène en proportions variables; la teneur en soufre est d'autant plus grande que l'action du courant gazeux a été plus prolongée. Probablement il se forme d'abord de l'hydrogène arsénié solide, celui-ci perd de son hydrogène, de l'arsenic devient libre, et se combine ensuite avec le soufre provenant de la réduction de l'acide sulfurique.

L'hydrogène antimonié réduit également l'acide sulfurique : il se sépare une poudre noire veloutée qui, selon les circonstances, est un hydrure d'antimoine ou un mélange d'hydrogène antimonié et de sulfure d'antimoine; en même temps de l'hydrogène sulfuré prend naissance.

**Action du chlore sur l'acide arsénieux.** — Il résulte des recherches de M. Ch. Bloxam [4] qu'en chauffant doucement de l'acide arsénieux en poudre dans un courant de chlore, le gaz est absorbé; en même temps de l'oxygène se dégage et il distille un liquide incolore. Ce liquide est du trichlorure d'arsenic renfermant un petit excès de chlore. Si l'on interrompt l'opération avant que le tout ait passé à la distillation, il reste dans la cornue une liqueur claire et incolore qui, par le refroidissement, fournit une masse vitrifiée transparente. Humectée avec de l'eau, cette masse devient opaque, et se dissout à l'ébullition en donnant une solution fortement acide qui laisse déposer des cristaux d'acide arsénieux, tandis que les eaux mères renferment, outre ce dernier acide, de l'acide arsénique et un peu d'acide chlorhydrique; mais les rapports entre les quantités d'acide arsénieux et d'acide arsénique varient très-sensiblement.

D'un autre côté, M. Ch. Bloxam put constater qu'en chauffant de l'acide arsénieux avec un excès d'acide arsénique, il se forme la combinaison 2 $As\,O^3$, $As\,O^5$ qui pos-

1. *Journ. für prakt. Chemie*, t. XCIII, p. 249.
2. *Mémoires de la Soc. des sciences de Lille*, 1864.
3. *Journ. für prakt. Chemie*, XCIV, p. 392.
4. *Journ. of the Chem. Soc.*, p. 62, février 1865.

sède toutes les propriétés de la masse vitreuse qu'il avait obtenue par l'action du chlore sur l'acide arsénieux. La formation de cette combinaison s'explique alors facilement en admettant qu'une partie de l'acide arsénieux s'oxyde aux dépens d'une autre portion dont l'arsenic mis en liberté se combine avec le chlore pour former du trichlorure d'arsenic; l'acide arsénique formé s'unit ensuite à l'acide arsénieux non altéré, et donne naissance au composé $2 As O^3, As O^5$.

**Extraction du phosphore.** — Une nouvelle méthode d'extraction des phosphates des os pour la préparation du phosphore, proposée par M. W. Gerland [1] consiste essentiellement à traiter les os dégraissés par une solution aqueuse d'acide sulfureux qui dissout les phosphates. En chauffant cette solution, l'acide sulfureux se dégage et peut être recueilli pour servir à une nouvelle opération, tandis que les phosphates se précipitent. Les os épuisés sont employés pour la fabrication de la colle-forte comme à l'ordinaire.

M. R. Wagner fait remarquer à cette occasion que la propriété que possède le phosphate de chaux de se dissoudre en grande quantité dans l'acide lactique pourrait être utilisée, si l'on parvenait à produire cet acide à bon marché.

**Pulvérisation du phosphore.**— On sait que, pour pulvériser le phosphore, on le fond sous l'eau et on l'agite jusqu'à complet refroidissement; on sait aussi qu'en ajoutant à l'eau de l'urine ou même de l'urée, on obtient une poudre plus fine. M. Blondlot [2] propose l'emploi d'un sel quelconque, ou même du sucre.

M. Boettger attribuait le résultat à l'urée, M. Blondlot l'attribue à la matière qu'il substitue à l'urée et il ajoute : « Tout le merveilleux du phénomène disparaît pour faire place à une simple question de densité. »

**Phosphore noir.** — M. Blondlot [3] considère le phosphore noir comme le type du phosphore pur. Il l'obtient en purifiant d'abord le phosphore blanc par plusieurs distillations successives, exposant au soleil le produit obtenu et distillant de nouveau.

Le phosphore, recueilli dans un ballon refroidi très-lentement, se solidifie en une masse blanche qui passe subitement au noir lorsque la température de l'eau n'est plus qu'à 5 ou 6° au-dessus de zéro.

Cette expérience de M. Blondlot ne manquera pas d'appeler l'attention des chimistes; il sera important, lorsqu'on répétera cet essai, de bien purifier l'hydrogène servant à la distillation du phosphore. On sait que la plus petite trace de certains métalloïdes ou métaux peut colorer le phosphore en noir. (Pour plus de détails sur cette curieuse expérience, nous renvoyons le lecteur aux *Annales du Génie civil*, 1865, p. 313.—Voir aussi sur les modifications du phosphore, plus haut, page 169.)

**Cyanure de phosphore.** — MM. Wehrhane et Huebner [4] indiquent quelques propriétés nouvelles du cyanure de phosphore $Ph. (C Az)^3$. Ce corps s'enflamme très-facilement à l'air et brûle avec une flamme claire. Les cristaux exposés à l'air humide se décomposent en donnant de l'acide phosphoreux, du phosphore et en dégageant de l'acide cyanhydrique. Par l'action de l'eau, cette décomposition est immédiate. Le cyanure de phosphore est à peu près insoluble dans le chloroforme, l'éther, le sulfure de carbone et le protochlorure de phosphore, si ce n'est à 200°, vers son point de fusion. Il se maintient facilement à l'état liquide, même lorsque sa température est très-inférieure à son point de solidification; mais il suffit alors de le toucher avec une baguette de verre pour qu'il se prenne en masse. Cette fusion doit être faite dans une atmosphère d'acide carbonique.

1. W. Gerland, *Deutsche industrie-Zeitung*, p. 268.
2. Blondlot, *Journ. de Pharm.*, t. I, 4e série, p. 72.
3. *Comptes rendus*, t. LX, p. 830.
4. *Annalen der chemie und pharm.*, t. CXXXII, p. 277.

MM. Wehrhane et Huebner ont obtenu le cyanure de phosphore en chauffant en vase clos, pendant quelques heures, du cyanure d'argent sec avec une quantité convenable de trichlorure de phosphore; le trichlorure de phosphore était étendu de chloroforme parfaitement sec. On a ouvert le tube, évaporé le chloroforme, versé le contenu du tube dans une cornue tubulée et sublimé le cyanure de phosphore dans le col de la cornue, en plongeant celle-ci jusqu'à la tubulure dans un bain d'huile chauffé à 190°, et en y faisant passer un courant d'acide carbonique.

En remplaçant le trichlorure de phosphore par le perchlorure $Ph\,Cl^5$, on obtint encore le cyanure $Ph\,(C\,Az)^3$ : il ne paraît donc pas exister de cyanure de phosphore correspondant au perchlorure.

**Préparation de l'hydrogène antimonié.** — D'après M. Th. Humpert [1] on obtient l'hydrogène antimonié très-concentré en faisant réagir un amalgame de sodium sur une solution assez concentrée de trichlorure d'antimoine. Le gaz antimonié se dégage avec effervescence, mais il se décompose facilement même à la température ordinaire; aussi le dôme de la cornue se recouvre bientôt d'une couche d'antimoine métallique, ce qui ne se produit pas avec un gaz renfermant beaucoup d'hydrogène libre.

**Préparation en grand du fluorure de silicium.** — Des masses ou briques bien sèches renfermant 11 équiv. de silice, 18 équiv. de fluorure de calcium, 30 équiv. de charbon et une quantité convenable d'alumine sont introduites dans une cornue ou dans une moufle et chauffées jusqu'à fusion. La cornue communique avec un appareil à condensation dans lequel vient se rendre l'acide fluorhydrique ainsi que de la silice gélatineuse.

Un autre procédé consiste à chauffer dans une espèce de haut fourneau des masses composées de 11 équiv. de silice, 18 équiv. de fluorure de calcium et une certaine quantité d'alumine, avec autant de charbon qu'il en faut pour fondre la masse et pour réduire la silice [2].

**Nature organique du diamant.** — D'après M. Goeppert [3] le diamant serait d'origine neptunienne; il aurait été à un certain moment à l'état *mou*, attendu que souvent il porte à sa surface les impressions des grains de sable et d'autres cristaux, et à l'intérieur des empreintes végétales. D'après cela le diamant semblerait être le produit final de la décomposition chimique de substances végétales.

On sait d'ailleurs que la chaleur transforme le diamant en une substance graphitoïde, ce qui doit exclure une origine plutonique.

**Purification du graphite.** — Pour débarrasser le graphite de l'oxyde de fer, du carbonate et du sulfate de chaux, on le chauffe au rouge, pendant longtemps, dans une cornue fermée. Le fer est réduit et peut être extrait par l'acide chlorhydrique, ainsi que le sulfure de calcium provenant de la décomposition du sulfate de chaux, et le carbonate de chaux que la chaleur n'altère pas. En chauffant le graphite dans un courant de chlore sec, on lui enlève aussi l'alumine et la silice qu'il renferme [4].

**Formation du cyanogène.** — D'après M. Kuhlmann, l'ammoniaque agit sur le charbon en donnant naissance à du cyanure d'ammonium et du gaz des marais, ainsi que l'exprime l'équation $C^6 + 4\,Az\,H^3 = 2\,(C\,Az,\,Az\,H^4) + C\,H^4$.

M. Weltzien [5] croit que cette réaction n'est pas l'expression de ce qui se passe parce qu'il y a en jeu un nombre impair de molécules de carbone et qu'il se forme

1. Th. Humpert, *Journ. für prakt. Chemie*, t. XCIV. p. 398.
2. *London Journ. of arts*, p. 16, juillet 1865.
3. *Les Mondes* de M. Moigno, t. VIII, p. 553.
4. *Breslauer Gewerbe blatt*, n° 17, 1865.
5. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXII, p. 224.

en même temps de l'éthylène et de l'acéthylène, tandis que, suivant M. Langlois, il y a de l'hydrogène mis en liberté.

M. Weltzien a fait passer du gaz ammoniac sec sur des charbons chauffés au rouge et purifiés préalablement par un courant de chlore; il s'est produit du cyanure d'ammonium, de l'hydrogène et de l'azote, mais pas d'hydrogène carboné. Il est à remarquer que 3 atomes seulement d'azote sur 26 ont été employés à former du cyanure d'ammonium.

L'azote étant triatomique, c'est-à-dire susceptible de remplacer 3 atomes d'hydrogène, M. Weltzien a pensé qu'il serait possible de transformer le méthyle en cyanogène, par l'action de l'acide azoteux anhydre. A cet effet, il a fait passer des vapeurs d'acide azoteux anhydre et de méthyle (ce dernier produit par l'électrolyse et par conséquent mélangé d'hydrogène) sur de l'oxyde de chrome chauffé au rouge, mais il n'a pas observé de formation de cyanogène.

## 2° SELS.

**Extraction de la potasse du feldspath ou des minéraux analogues**[1]. — La méthode proposée par M. Ward, consistant dans le traitement du minéral par un mélange de spath fluor et de craie, paraît être celle qui donne les résultats les plus satisfaisants, puisque, par ce procédé, on est parvenu à extraire du feldspath toute la potasse qu'il contient (13,68 p. 100).

Le feldspath pulvérisé est mélangé avec du spath fluor, de la craie et de l'hydrate de chaux; la masse est calcinée puis lessivée: toute la potasse se dissout; le résidu insoluble peut servir comme ciment.

M. R. Wagner fait remarquer que M. J. Scattergood extrait la potasse d'un sable ferrugineux de New-Jersey qui n'en contient que 5 p. 100 : le sable mélangé à de la pyrite est grillé afin de produire du sulfate de potasse et de l'alun.

**Conversion du sulfate de potasse en carbonate.** — Cette conversion a déjà été réalisée, sur une assez grande échelle, à la fabrique de produits chimiques de Dieuze. D'après les indications de M. E. Kopp, on a suivi un procédé analogue à celui de Leblanc pour la production du carbonate de soude; les résultats furent assez satisfaisants, seulement il se forma toujours une certaine quantité de cyanure et de sulfocyanure de potassium. La formation de ces corps est très-fâcheuse, surtout si le carbonate de potasse ainsi obtenu doit servir à la décomposition de l'azotate de soude pour la préparation du salpêtre. Les eaux mères provenant de ce traitement sont alors excessivement explosibles, et doivent être maniées avec beaucoup de précautions.

**Carbonate de potasse cristallisé.** — D'après M. G. Staedeler[2], en préparant l'acide uroxanique par la décomposition de l'acide urique au moyen de la potasse, on obtient une dissolution qui, après qu'elle a laissé déposer de l'uroxanate et de l'oxalate de potasse, renferme du carbonate de potasse cristallisant en grands prismes incolores et transparents. Ces cristaux atteignent jusqu'à 1 pouce de longueur, sont bien développés aux deux extrémités et souvent hémitropes. Ils ont le brillant du verre, sont facilement solubles dans l'eau et ne sont déliquescents que dans une atmosphère très-humide. Leur formule est $2\,KO, C^2O^4 + 3\,Aq$. D'après M. Kenngott ces cristaux sont des prismes clinorhombiques terminés par des pyramides avec plusieurs faces modifiantes.

**Carbonate double de soude et de potasse.** — M. Fr. Stolba[3] a obtenu ce sel déjà décrit par M. Fehling, en traitant par une petite quantité d'eau les salins de mélasse; la partie non dissoute contient, au bout de quelques jours, des cristaux

1. R. Wagner, *Polyt. journ.*, t. CLXXVI, p. 132.
2. *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXXIII, p. 371, mars 1865.
3. *Journal für prakt. chemie*, t. CXIV, p. 406.

prismatiques ayant la composition $KO, CO^2 + NaO, CO^2 + 12 Aq.$, et les eaux mères filtrées et abandonnées à elles-mêmes fournissent d'abord d'autres cristaux tabulaires très-bien formés, et plus tard des cristaux plus petits mélangés de chlorure de potassium.

Par le mélange d'une partie de cristaux de soude avec deux parties d'une lessive de potasse, on obtient des prismes rhomboïdaux terminés par une pyramide hémiédrique; en prenant 3 parties de potasse on obtient les mêmes cristaux, avec les formes secondaires plus développées; enfin ceux qui se forment lorsqu'on emploie 4 parties de potasse offrent encore un plus grand nombre de facettes secondaires. Ces cristaux possèdent tous la composition indiquée. Le carbonate double de soude et de potasse cristallise facilement; il s'effleurit à l'air sec. Lorsqu'on cherche à le faire cristalliser de nouveau dans l'eau pure, il se décompose, et une partie du carbonate de potasse reste dans les eaux mères.

**Fabrication du salpêtre au moyen de l'azotate de soude.** — Pour la préparation artificielle du salpêtre, M. Graeger [1] propose de remplacer le carbonate de potasse par la potasse caustique; la soude caustique mise en liberté étant très-soluble, on peut obtenir, par évaporation, la majeure partie de l'azotate de potasse à l'état cristallisé. Le procédé consiste à dissoudre du carbonate de potasse dans 12 parties d'eau, ajoutant la chaux vive nécessaire pour caustifier la potasse, filtrant ou décantant, puis ajoutant à cette solution une quantité convenable d'azotate de soude. On concentre la liqueur jusqu'à 40 ou 42° Baumé; par le refroidissement, l'azotate de potasse cristalle en grande partie. Après une seconde concentration, les eaux mères laissent déposer une nouvelle quantité de salpêtre. Cependant, comme la solution absorbe toujours un peu l'acide carbonique de l'air, il arrive un moment où il n'est plus avantageux de concentrer la lessive pour la faire cristalliser; on l'étend alors d'une assez grande quantité d'eau, on la traite de nouveau par la chaux vive, et on y ajoute de l'huile de palme, de la résine ou de l'acide oléique pour former avec la soude un savon qui se sépare facilement de l'azotate de potasse, et qu'on peut utiliser.

**Préparation de l'iodure de potassium.** — D'après M. Fuchs [2], la méthode suivante mérite d'être recommandée pour sa simplicité: on prend 100 parties d'iode qu'on délaye dans 240 parties d'eau distillée; on ajoute 75 parties de carbonate de potasse pure et 30 parties de limailles de fer : on mélange bien la masse et on l'abandonne à elle-même. La réaction s'opère lentement, on l'accélère par l'application d'une douce chaleur; quand tout dégagement d'acide carbonique a cessé, on évapore à siccité, puis on chauffe le résidu, dans un vase de fer, au rouge sombre, enfin on épuise la masse par une quantité d'eau distillée aussi petite que possible. Souvent cette solution possède une réaction alcaline, on la neutralise alors par l'acide iodhydrique; par évaporation on obtient l'iodure de potassium en cristaux.

**Emploi du verre soluble pour préserver le marbre, les pierres, etc., contre les intempéries.** — On a fait un grand nombre d'essais pour constater l'action préservatrice du verre soluble contre les intempéries de l'air. Des tables en marbre, des statues, des pierres, des briques, etc., recouvertes d'une couche de verre soluble, furent exposées pendant plusieurs mois aux influences atmosphériques; on put constater que tous ces objets s'était parfaitement conservés, et que leur couleur primitive ne s'était pas altérée sensiblement [3].

**Essais sur la préparation du carbonate de soude.** — Il y a quelques années, M. R. Wagner [4] proposa de préparer le carbonate de soude en mettant du car-

1. *Polyt. notitzbl.* 1865, p. 185.
2. *Zeitschr. des Allgem. oester. Apotheker-Vereins.*
3. *Verhandl. des Vereins zur Beförder. des Gewerbfleises*, 1864, p. 268
4. R. Wagner, *Jahresbericht.* 1857, p. 104.

bonate de baryte en suspension dans l'eau, faisant passer dans ce liquide laiteux un courant d'acide carbonique pour convertir le carbonate en bicarbonate soluble, et ajoutant enfin du sulfate de soude : le sulfate de baryte se précipite, et le carbonate de soude formé reste en solution. M. Brunner [1] propose la méthode suivante qui se rapproche beaucoup de celle de M. Wagner. Le chlorure de sodium, comme cela se pratique généralement, est traité par l'acide sulfurique, et converti en sulfate de soute. L'acide chlorhydrique qui se dégage pendant cette réaction est dirigé dans un récipient renfermant du carbonate de chaux, dont l'acide carbonique, mis en liberté, est conduit dans une solution de sulfate de soude tenant du carbonate de baryte en suspension. La double décomposition s'opère assez rapidement, le sulfate de baryte se précipite, et la liqueur ne renferme bientôt plus que du carbonate et du bicarbonate de soude et un peu de bicarbonate de baryte qui se précipite par l'ébullition.

**Nouveau phosphate de soude.** — On remarque souvent dans les fabriques de soude la formation de petits cristaux jaunes lors de l'évaporation des lessives de soude. Ces cristaux sont octaédriques ; d'après M. Rammelsberg [2], ils renferment du vanadium mélangé à beaucoup de carbonate, de silicate, d'hyposulfite et de phosphate de soude. Ce savant put en extraire un phosphate trisodique cristallisant en octaèdres réguliers, incolores et transparents, à réaction alcaline, et ayant la composition $Ph\,O^5, 3\,Na\,O + 20\,Aq$. Ce phosphate fond à 100° dans son eau de cristallisation ; au rouge il éprouve la fusion ignée après avoir perdu toute son eau.

**Arséniate de soude saturé.** — Pour l'impression des tissus on se sert, depuis quelques temps, d'un arséniate de soude qui, avant d'être employé, est saturé par du carbonate de soude ; on fabrique en conséquence, sur une assez grande échelle, de l'arséniate de soude *saturé*, en dissolvant l'arséniate de soude ordinaire dans une solution de carbonate de soude et le faisant cristalliser. Sa formule, d'après Fresenius, est $As\,O^5, 2\,Na\,O, H\,O + 24\,Aq$.

**Préparation de l'arséniate de soude ordinaire.** — Le procédé ordinaire pour préparer l'arséniate de soude consiste à faire fondre ensemble de l'acide arsénieux anhydre et du nitrate de soude. Comme un équivalent de nitrate renferme assez d'oxygène pour oxyder une molécule d'acide arsénieux anhydre, on ne pourrait obtenir un arséniate neutre sans sacrifier inutilement une quantité assez considérable de nitrate. Pour cette raison on ajoute toujours une proportion convenable de soude caustique.

Cependant une certaine quantité d'acide arsénieux se volatilise avant que la conversion en acide arsénique ait lieu. Pour éviter cette perte, M. Higgin, de Manchester [3], ne laisse commencer l'oxydation qu'après la transformation de l'acide arsénieux anhydre en un composé salin. A cet effet, il dissout l'anhydride arsénieux dans la soude caustique, l'arséniate de soude ainsi formé est mélangé avec le nitrate de soude, et le tout est chauffé au rouge dans un four à réverbère jusqu'à ce que le mélange soit devenu sec. Pendant la réaction, il se dégage d'abord de l'ammoniaque et plus tard de l'oxyde d'azote.

En procédant ainsi, on prévient entièrement la volatilisation de l'acide arsénieux et on économise également du nitrate de soude, une partie de l'oxygène nécessaire pour la transformation de l'arsénite en arséniate étant fournie par l'air atmosphérique qui traverse le four à réverbère.

Un autre mode de préparation, plus économique, consiste à employer l'acide arsénieux anhydre, au lieu de l'acide sulfurique, pour chasser l'acide nitrique du nitrate de soude employé dans la fabrication de l'acide sulfurique. On obtient alors

1. Brunner, *Polyt. journ.*, t. CLXXVI, p. 127.
2. *Monatsber. der Akademie der Wissensch. zu Berlin.* Décembre 1864.
3. Higgin, *Polyt. journ.*, t. CLXXIV, p. 323.



l'arséniate de soude comme produit secondaire, en place du bisulfate de soude, mais l'acide sulfurique qu'on obtient renferme beaucoup d'arsenic et ne peut être employé que pour des préparations communes ou grossières [1].

**Préparation du stannate de soude.** — Pour la préparation du stannate de soude, M. Higgin [2] tire parti de l'étain qui recouvre les rognures de fer-blanc. Lorsqu'on traite du fer étamé par de l'acide chlorhydrique, le fer est attaqué de préférence; mais si l'on ajoute à l'acide chlorhydrique une certaine quantité de nitrate de soude, il se forme une espèce d'eau régale qui dissout l'étain plus rapidement que le fer. Il en résulte du chlorure stannique et la solution renferme des chlorures de sodium et d'ammonium :

$$2\,Sn + 10\,H\,Cl + Na\,Az\,O^6 = 2\,Sn\,Cl^4 + Na\,Cl + H^4\,Az\,Cl + 3\,H^2\,O.$$

En présence de l'étain, le chlorure stannique passe à l'état de chlorure stanneux; la petite quantité de sel ferrique qui s'est formée est également réduite; on sépare les deux métaux en ajoutant de la craie qui précipite l'étain à l'état d'oxyde stanneux et laisse le fer en solution. L'oxyde stanneux est ensuite converti en stannate de soude par la fusion avec de la soude et du nitrate de soude.

**Préparation de l'iodure de calcium.** — D'après M. R. Wagner [3], la préparation économique de l'iodure de calcium, employé en photographie, peut être reliée à celle de l'arséniate de soude, si l'on sature d'iode un lait de chaux tenant de l'acide arsénieux en suspension; on sépare la solution renfermant l'iodure de calcium, tandis que l'arséniate de chaux insoluble, chauffé avec une solution de carbonate de soude, peut être converti en arséniate de soude. Si l'on remplace la chaux par de la baryte, l'arséniate de baryte qui se forme étant traité par l'acide sulfurique, fournit de l'acide arsénique dont la préparation est plus économique que celle par l'acide azotique.

**Préparation de l'hypophosphite de chaux.** — M. Lazare Berlandt [4] emploie la méthode suivante : on prend 29 parties de phosphore pulvérisé, 47 parties d'hydrate de chaux et 24 parties d'eau; on chauffe le mélange, à 40°, dans une grande cornue munie d'un tube à dégagement. A cette température de l'hydrogène phosphoré commence à se dégager; mais les premières bulles de gaz ne sont pas spontanément inflammables. Aussitôt que le dégagement gazeux a cessé, on met le mélange sur un filtre en toile, on l'exprime et le lave avec de l'eau. Dans la liqueur filtrée, on précipite la chaux par un courant d'acide carbonique; le liquide clair évaporé fournit une masse saline qui est un mélange de phosphite et d'hypophosphite de chaux. Pour séparer ces deux sels, on dissout le résidu salin dans 3 parties d'eau distillée, et on précipite la chaux par le sulfate de soude; le liquide filtré est évaporé à siccité, le résidu repris par l'alcool, la solution filtrée est traitée par une solution alcoolique d'acétate de chaux. L'hypophosphite de chaux se précipite sous forme d'une poudre blanche, amorphe, soluble dans l'eau en toutes proportions, et qui se décompose rapidement au contact de l'air humide.

Pour la préparation de l'hypophosphite de soude on peut suivre une marche analogue. M. Berlandt recommande de prendre 23 1/2 part. de phosphore en poudre, 25 part. de soude caustique, et 100 part. d'eau, et de n'opérer qu'à une température de 10°. Après que la réaction s'est accomplie, on ajoute une quantité quadruple d'alcool; si la solution est un peu alcaline, il faut la neutraliser avec de l'acide sulfurique, on filtre et on évapore à siccité. L'hypophosphite de soude ainsi préparé constitue une poudre d'un blanc de neige, amorphe, complétement soluble dans l'eau et dans l'alcool.

1. *Dingler*, *Polyt. journ.*, t. CLXXVII, p. 318.
2. *Dingler*, *Polyt. journ.*, t. CLXXVII, p. 319.
3. R. Wagner, *Dingler*, *Polyt. journ.*, t. CLXXVI, p. 135.
4. *Archiv. der Pharm.*, 2e série, t. CXXII, p. 237.

**Chlorure de barium pour la préparation du blanc permanent**[1]. — Le sulfate de baryte, tel qu'on le trouve dans la nature, est pulvérisé et fondu avec un mélange de 50 parties de charbon, 25 parties de pierre à chaux, et 50 parties de chlorure de calcium. On obtient ainsi un mélange de chlorure de barium, d'oxysulfure insoluble, et de petites quantités de baryte, de charbou et de pierres à plâtre non décomposées. Cette masse est épuisée par l'eau, la solution évaporée jusqu'à cristallisation et les cristaux de chlorure de barium lavés à l'eau.

**Préparation du bioxyde de barium pur**[2]. — Lorsqu'on suit la méthode de Liebig, en fondant la baryte avec du chlorate de potasse, la masse fondue traitée par l'eau retient encore une notable quantité de bioxyde de barium qu'on peut en extraire en triturant cette masse avec de l'eau, ajoutant peu à peu de l'acide chlorhydrique très-étendu jusqu'à réaction acide, filtrant la solution, puis la rendant de nouveau légèrement alcaline par un peu d'eau de baryte; par cette addition de baryte on précipite en même temps le fer et l'alumine. La solution alcaline[1] qui se décompose facilement, est passée rapidement à travers un filtre en toile; en y ajoutant un excès d'eau de baryte, le bioxyde de barium se précipite sous forme de paillettes brillantes qu'on lave par décantation. Pour s'assurer que tout le bioxyde est précipité, on prend une petite quantité de la liqueur filtrée et acidifiée et on ajoute quelques gouttes d'une solution de bichromate de potasse; le bioxyde produit une coloration bleue (acide perchromique).

Le précipité est rassemblé sur un filtre, exprimé entre des doubles de papier buvard et desséché sous le récipient de la machine pneumatique; il perd alors toute son eau de cristallisation et constitue un produit parfaitement stable.

**Nouveau mode de formation du phosphate ammoniaco-magnésien.** — D'après M. E. Lesieur[3], 1 équivalent de phosphate d'ammoniaque et 2 équivalents de magnésie étant mélangés à froid, se combinent directement en formant du phosphate ammoniaco-magnésien ($PhO^5$, $2\,MgO$, $AzH^3$, $HO$); avec le carbonate de magnésie la même combinaison prend naissance, de l'acide carboniqne se dégage. De même le pyrophosphate de magnésie, mis en présence, à froid, du carbonate ou du sulfhydrate d'ammoniaque, leur enlève l'ammoniaque avec lequel il se combine.

Le pyrophosphate de chaux saturé par de la magnésie, de telle manière que la liqueur possède une réaction légèrement alcaline, fournit un précipité qui est un mélange de phosphate de chaux et de pyrophosphate de magnésie, et qui absorbe une quantité d'ammoniaque proportionnelle à la magnésie en produisant le sel ammoniaco-magnésien. Ces réactions bien simples permettent de préparer économiquement ce sel si utile à l'agriculture.

**Acétate d'alumine.** — La facilité avec laquelle l'alumine peut être extraite de l'aluminate de soude a conduit à la préparation de l'acétate par l'action directe de l'acide acétique sur l'alumine. Pour décomposer l'aluminate de soude on emploie l'acide chlorhydrique : si l'on se servait de l'acide carbonique, l'alumine précipitée retiendrait beaucoup de carbonate de soude, dont la présence diminue la solubilité de l'alumine dans l'acide acétique.

Cependant M. R. Wagner[4] obtint des résultats très-satisfaisants en précipitant l'alumine par l'acide carbonique; mais en faisant digérer alors, pendant quelques jours, l'alumine chargée de carbonate de soude avec une petite quantité d'une solution d'acétate ou de chlorhydrate d'alumine contenant une certaine quantité d'acide libre. L'alumine qui reste est presque exempte de soude et facilement soluble dans l'acide acétique.

E. Kopp.

1. Artus, *Viertel. jahrschr. für techn. Chemie.*
2. M. B.-C. Brodie, *Ann. der. Phys. und. Chem. de Poggendorf*, t. CXXI, p. 372.
3. *Comptes rendus*, t. LIX, p. 191.
4. R. Wagner. *Dingler, Polyt. journ.*, t. CLXXVI, p. 134.



# DE L'ORGANISATION
# DES ÉCOLES PRATIQUES PROFESSIONNELLES
## EN ALLEMAGNE, EN SUÈDE ET EN RUSSIE
## et en particulier des Écoles des Arts et Métiers
## DE VIENNE ET DE SAINT-PÉTERSBOURG

PAR LE Dr **VAN DEN CORPUT**.

---

L'enseignement industriel, technique et pratique, doit être une de nos préoccupations constantes. C'est cet enseignement qui peut seul faire profiter la génération qui s'élève des leçons du passé, la doter des conquêtes du présent, et la préparer à la réalisation de nouveaux progrès dans l'avenir.

Les *Annales du Génie civil* ont publié successivement plusieurs articles sur cette question importante. Ainsi, dès la première année de notre publication (1862), M. Guillet ouvrait la voie par un travail *sur l'enseignement professionnel* (page 282), et M. Guettier nous donnait des *Études sur l'instruction industrielle* (pages 312 et 342). Dans la deuxième année, nous avons commencé une série d'articles (page 128) intitulés : *Renseignements sur les écoles professionnelles en France*, dont le premier était consacré à l'École centrale des arts et manufactures, le deuxième à la profession de mécanicien-conducteur de machines à vapeur marines et aux écoles de mécaniciens de la marine impériale (page 225). Dans la troisième année (1864), M. Guettier continuait ses études en publiant deux articles sur la *Propagation des connaissances industrielles* (pages 99 et 169), pendant que notre recueil s'enrichissait d'un *Rapport* de M. Goschler *sur l'enseignement professionnel* (page 391); que M. L. Gossin nous donnait deux articles sur l'*Enseignement agricole appliqué à l'instruction publique* (pages 297 et 361), et que nous ajoutions un nouveau chapitre à nos *Renseignements sur les écoles professionnelles en France* par un travail spécial sur les écoles impériales d'arts et métiers (page 582).

Nous nous proposons de reprendre, en leur donnant un nouveau développement, ces études qui font connaître les ressources que la France offre à ceux qui veulent embrasser les carrières professionnelles; mais, s'il est vrai que la vérité jaillit du choc des opinions, il est également incontestable que l'étude de l'organisation de l'enseignement industriel chez les autres nations doit nous offrir des points de comparaison utiles et peut suggérer l'idée d'apporter des améliorations à l'enseignement tel qu'il est pratiqué dans nos écoles spéciales.

C'est cette pensée qui nous a fait accueillir avec empressement le travail qui va suivre, dû à la plume d'un homme compétent, observateur érudit, qui a eu l'occasion d'étudier l'organisation des écoles pratiques professionnelles de l'Allemagne, de la Suède et de la Russie.

Nous ajouterons que l'étude que M. Van den Corput nous a envoyée est plus étendue que celle que nous publions dans les *Annales du Génie civil*. Notre correspondant est entré dans des développements qui offrent certainement un très-grand intérêt pour les personnes qui veulent étudier l'organisation des écoles à l'étranger dans tous ses détails; mais nous avons dû tenir compte que ces détails n'intéresse-

raient peut-être pas la généralité de nos abonnés, et pour quelques renseignements, nous nous sommes borné à une simple analyse en renvoyant nos lecteurs au mémoire complet qui paraîtra dans quelques jours.

EUG. LACROIX,
Membre de la Société industrielle de Mulhouse.

---

L'essor chaque jour plus large que prennent les sciences d'application, l'importance croissante qu'acquièrent les différentes branches de l'industrie, la prépondérance enfin que tend partout à occuper dans l'économie publique cette principale source de la richesse et de la puissance modernes ont appelé depuis quelques années l'attention des hommes d'État sur les modifications que réclame l'éducation générale dans les pays où domine encore l'ancien système des études classiques, tel qu'il florissait au temps des Rollin et des la Harpe.

Si quelques États de l'Europe, obéissant à l'impulsion des idées utilitaires du siècle, ont effectué déjà dans les programmes de leur enseignement des changements plus conformes au sens pratique de l'époque; si même certains pays que l'on a l'habitude de regarder comme jeunes en civilisation devancent sous ce rapport les États qui se considèrent comme plus avancés, et possèdent même toute une organisation d'écoles et d'instituts parfaitement en harmonie avec les besoins ou les intérêts de la société moderne, il n'en est que plus évident que la nécessité d'ordonner l'instruction professionnelle d'après un plan plus en harmonie avec les manifestations actuelles de l'activité humaine se fait vivement sentir dans les pays qui, sous ce rapport, sont restés stationnaires.

Le simple bon sens fait comprendre, en effet, que les grandes découvertes de la vapeur et de l'électricité, qui ont imprimé une impulsion si forte aux progrès matériels de notre siècle, doivent nécessairement amener dans l'enseignement une réforme aussi radicale que celle qu'apporta l'invention de l'imprimerie dans les études aristotéliennes qui eurent cours durant tout le moyen âge.

Chacun sent aujourd'hui combien il devient urgent que d'utiles réformes, ramenant à des études plus positives les esprits que le pédantisme littéraire entraîne vers les spéculations pédagogiques, rappellent à des préoccupations plus pratiques et, partant, plus utiles, tant de forces intellectuelles qui s'égarent à la recherche des utopies sociales, cette autre pierre philosophale de notre temps.

Un récent voyage en Bavière et en Autriche m'ayant fourni l'occasion d'apprécier la situation florissante et le haut degré de perfectionnement des études professionnelles dans les principaux centres de population de ces pays, j'ai pensé qu'il pourrait n'être point inutile, au moment où, en France comme en Belgique, la plupart des esprits se préoccupent de l'instruction et du bien-être matériel des masses, de faire connaître l'organisation de ces écoles pratiques qui, en Allemagne, contribuent si puissamment à la diffusion des sciences d'application et rendent de si éminents services à la prospérité publique.

J'ai profité en outre des moindres instants que m'a laissés une mission médicale dont j'ai été dernièrement chargé par le gouvernement belge en Russie, pour recueillir, pendant mes voyages dans le Nord, tous les renseignements relatifs à cette question importante. Parmi les nombreux matériaux que j'ai rassemblés de la sorte, en parcourant la majeure partie de l'Europe, j'ai pris pour base du travail que je publie actuellement l'organisation de l'École des arts et métiers de Vienne, par la raison que c'est, entre toutes, celle que j'ai trouvée la plus complète et, sous tous les rapports, le mieux en harmonie avec les exigences de l'époque.

Des institutions analogues existent dans presque toute l'Allemagne. En Bavière,

les villes les plus importantes du royaume possèdent des écoles destinées à l'enseignement des sciences appliquées aux arts et à l'industrie, dans lesquelles sont professées les mathématiques, la mécanique, la chimie, la physique et l'histoire naturelle. Des collections d'instruments et de nombreux produits servent à élucider ou à rendre plus saisissables les descriptions théoriques exposées dans les cours qui se donnent le soir ou le dimanche, et sont mis à la portée des ouvriers et des artisans, à qui il suffit, pour y être admis, d'une simple inscription au secrétariat.

Aussi, la fréquentation de ces leçons populaires, jointe à l'obligation pour tous les enfants de fréquenter les écoles depuis l'âge de 6 ans jusqu'à celui de 13, moyennant une rétribution de quelques kreutzers, ou gratuitement pour les pauvres, ont-elles fait de la Bavière l'un des pays les plus instruits et les plus avancés en instruction professionnelle.

La Prusse, la Saxe et la Suisse possèdent également des *écoles pratiques* professionnelles qui servent d'écoles préparatoires à des instituts supérieurs de technologie.

L'un des plus remarquables parmi les établissements de ce dernier genre est l'Ecole polytechnique fédérale de Suisse, fondée depuis 1856 à Zurich, et qui, déjà, a exercé une si utile influence sur le progrès industriel dans ce pays.

Mais aucune de ces institutions ne peut rivaliser avec les proportions grandioses de l'École polytechnique de Vienne, et, en ce qui concerne celle-ci, l'une des particularités qui, selon moi, méritent le plus d'être signalées dans le programme de ses cours, c'est, outre un agencement excellent, un ordre progressif régulier et parfaitement combiné dans la gradation des études, l'enseignement, jusqu'à présent unique dans une école de l'espèce, des notions pratiques les plus indispensables pour l'*administration des premiers secours chirurgicaux* ou autres, en cas d'accidents, si communs dans certaines industries.

Il y a là évidemment un progrès incontestable et un excellent exemple à suivre; aussi conviendrait-il, à mon sens, de donner à cette idée une application plus utile et plus large, en introduisant dans toutes les Écoles industrielles, comme déjà depuis plusieurs années cela existe à Bruxelles, un cours d'*hygiène générale* et d'*hygiène spéciale appliquée aux diverses professions.* Des écoles de gymnastique, de chant, de natation, que l'on pourrait y annexer, en seraient d'utiles compléments.

De cette façon, l'instruction intellectuelle, équilibrée par une éducation physique plus rationnelle, complétée par un enseignement plus conforme à la double nature de l'homme, pénétrerait peu à peu les masses du besoin de se connaître soi-même, et, dépouillant l'esprit des populations d'une foule de préjugés ineptes ou dangereux, elle substituerait à ceux-ci de salutaires notions touchant la santé, qui seraient profitables à l'économie matérielle ainsi qu'à l'ordonnance de la vie de chaque jour.

En apprenant au peuple, aux gens du monde, aux industriels de même qu'aux ouvriers, à être plus soucieux de ce bien sans lequel tous les autres ne sont rien, en leur montrant les moyens de conserver leur santé et celle de leur famille, cette éducation mixte les rendrait à la fois plus rangés et meilleurs.

L'hygiène, plus peut-être qu'aucune autre science, intéresse le bien-être de tous, et il n'y a aucun doute que, vulgarisée dans les écoles moyennes par un enseignement populaire simple et facile, cette branche si utile de nos connaissances, que l'on pourrait à juste titre appeler la science du bien-vivre, aurait les plus salutaires résultats, tant au point de vue des mœurs qu'à celui même de la politique sociale. Comme guide de morale pratique, comme modérateur des passions, l'hygiène est évidemment de beaucoup supérieure à la morale métaphysique, car tandis que celle-ci ne repose que sur des idées purement abstraites, celle-là se fonde sur l'intérêt matériel immédiat, sur le bien-être physique palpable, et met en jeu chez l'homme le légitime désir de conserver, d'augmenter même la première de ses jouissances terrestres : la vie.

On peut donc affirmer que toutes les connaissances qui peuvent concourir à lui assurer celle-ci, telles que des notions élémentaires d'anatomie, de physiologie, de chimie organique, exposées d'une manière claire et attrayante dans toutes les écoles, même dans celles de filles, seraient un moyen efficace de stimuler à l'instruction les classes populaires, tout en contribuant de la manière la plus puissante à leur bien-être et par conséquent aussi à l'ennoblissement de l'espèce humaine.

En effet, ce n'est pas seulement aux hommes du peuple que cette connaissance plus complète d'eux-mêmes serait profitable pour rendre chacun d'eux apte à être utile à soi ainsi qu'aux autres et à pourvoir, en maintes circonstances, aux premiers secours à donner, soit aux blessés, soit aux malades; c'est encore et surtout aux femmes, aux mères de famille que de telles leçons seraient d'un puissant secours pour l'éducation physique de leurs enfants et pour la direction intelligente des soins matériels de la famille ou du foyer domestique. Aussi me paraît-il évident que, généraliser ces utiles notions, introduire l'hygiène dans les mœurs d'un peuple, serait le moyen le plus sûr, le plus efficace, pour élever d'une manière rapide le capital de ses forces vives et pour lui assurer dans l'avenir une génération forte et intelligente. C'est, en effet, à propos de l'hygiène surtout, que l'on pourrait dire avec Bossuet : « L'ignorance est la plus dangereuse des maladies et la cause de toutes les autres. »

Cette digression close, j'aborde l'examen de l'organisation des études technologiques dans les pays que j'ai précédemment cités.

## ORGANISATION DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE SAINT-PÉTERSBOURG

Fondé en 1829 pour 200 jeunes gens auxquels on enseignait la filature de la laine, de la soie, la fabrication du drap, l'art du charpentier, la sculpture en bois, etc., cet Institut, qui a rapidement pris un développement considérable et qui a reçu toutes les améliorations successives indiquées par le progrès des arts industriels, compte aujourd'hui environ 600 élèves, parmi lesquels 120 habitent l'établissement.

Les élèves se divisent en deux catégories : *les subsidiés* ou *internes*, et les *élèves libres* ou *externes*.

Les sujets russes, sans distinction de culte, peuvent seuls être admis à titre de subsidiés; les étrangers ne sont admis à fréquenter les cours qu'en qualité d'élèves libres.

La durée des études à l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg est de quatre années, dont chacune correspond à une division de cours.

Les subsidiés, de même que les élèves libres, reçoivent, après avoir terminé avec succès le cours complet d'études de l'Institut, le grade de Technologues de première ou de deuxième classe, suivant le degré d'instruction dont ils ont fait preuve.

(L'auteur reproduit d'abord le programme des branches dont la connaissance est exigée pour l'admission à l'Institut. Nous remarquons qu'avant cette admission les élèves doivent posséder les éléments d'histoire naturelle : zoologie, botanique et minéralogie; les éléments de physique, les éléments de géométrie et d'algèbre jusqu'aux équations du deuxième degré; la trigonométrie rectiligne et sphérique; ils doivent en outre être familiarisés avec la traduction de la prose allemande ou française.

M. Van den Corput donne ensuite le programme analytique des cours professés à l'Institut. Nous nous bornerons à reproduire le sommaire de celui de la quatrième année, pour montrer combien l'enseignement donné dans l'Institut de Saint-Pétersbourg est avancé et pratique.

Physique. — Technologie des métaux et du bois. — Chimie analytique. — Anatomie et physiologie végétales. — Statistique industrielle. — Technologie des ma-

tières textiles. — Technologie des substances alimentaires. — Teinturerie. — Mécanique appliquée et construction des machines. — Théorie des applications mécaniques de la chaleur. — Exercices pratiques dans le cabinet de physique. — Projets techniques.)

La section de mécanique consacre par semaine 4 leçons de 3 heures chacune et une journée complète à des exercices pratiques dans les ateliers qui sont largement outillés et munis de machines à vapeur.

La section de chimie consacre le même temps à des analyses ou à la préparation de divers produits usités dans les arts et dans l'industrie.

L'Institut possède, indépendamment des ateliers de sidérurgie, de fabrication de machines, de charpenterie, etc., des forges, un magnifique laboratoire de chimie, ainsi que des cabinets de physique et de minéralogie très-complets.

Une vaste bibliothèque formée de plus de 15,000 volumes concernant les arts et l'industrie, se trouve, en outre, à la disposition des élèves.

Je signalerai enfin comme particularité digne d'attention ce fait, que les modèles de machines, la plupart des instruments ainsi que les réductions d'œuvres d'art industriel qui forment la collection déjà nombreuse du musée technologique de Saint-Pétersbourg, ont été confectionnés dans l'Institut même par les élèves de l'établissement.

## ORGANISATION DE L'INSTITUT TECHNOLOGIQUE DE STOCKHOLM

L'institut technologique de Stockholm compte actuellement 400 élèves qui tous y reçoivent gratuitement l'instruction. On n'y admet point de pensionnaires.

Les vastes bâtiments de l'Institut, de construction toute récente, sont situés au centre d'un square élégant, dans la partie haute de la ville. Les salles de travail, les amphithéâtres et les laboratoires sont disposés et ventilés conformément aux principes scientifiques les plus rationnels et d'après les perfectionnements les plus nouveaux. Le système de ventilation par aspiration y est exclusivement adopté.

Pour être admis à fréquenter les cours, les élèves doivent être âgés d'au moins 16 ans et subir un examen d'entrée.

La durée des études à l'Institut est de 3 années qui correspondent chacune à une division de cours.

Le programme des études comprend les cours suivants : Mathématiques. — Mécanique. — Connaissance des machines. — Technologie mécanique spéciale. — Physique générale. — Physique appliquée. — Explication et pratique des instruments. — Technologie chimique. — Exercices chimiques de laboratoire. — Chimie générale. — Minéralogie et géognosie. — Architecture théorique. — Tracé de plans et dessin architectural. — Architecture hydraulique. — Travaux des ponts et chaussées. — Dessin relatif à ces travaux. — Construction de machines simples. — Géométrie descriptive et dessin linéaire. — Travaux dans les ateliers.

Une excellente bibliothèque technologique, sans cesse alimentée par les meilleures publications et revues périodiques qui paraissent tant en Suède qu'en France, en Angleterre et en Allemagne, est ouverte aux élèves qui ont également à leur disposition de riches collections de spécimens de divers fabricats ou des matières premières mises en œuvre par les différentes industries, ainsi que des modèles réduits de machines et tout ce qui intéresse l'application matérielle des sciences enseignées dans l'établissement.

Outre les laboratoires particuliers des professeurs, l'Institut possède encore des salles spacieuses pour le montage des appareils ou la préparation des produits destinés aux leçons, un laboratoire central pour les grandes opérations, une chambre de pesées et un vaste laboratoire pour les travaux des élèves.

Au sortir de l'Institut, à l'expiration des trois années d'étude, les élèves subissent

un examen et reçoivent, s'il y a lieu, un diplôme qui leur permet de se placer soit comme chefs d'ateliers, directeurs d'usines ou d'exploitations industrielles, soit comme architectes ou ingénieurs, dans n'importe quelle localité du pays.

## ORGANISATION DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE VIENNE

Fondée, en 1815, par François Ier d'Autriche, cette école, qui est destinée à l'enseignement du commerce, des arts et métiers, ainsi que de l'architecture, compte aujourd'hui plus de 1,000 élèves.

Elle possède des collections très-remarquables et d'une haute utilité instructive, réunies en 24 salles où se trouvent rassemblés les instruments nécessaires à l'exercice de chaque profession, depuis les outils les plus primitifs, les plus grossiers, jusqu'aux machines les plus compliquées. On y voit rassemblées et classées, dans un ordre scientifique parfait, des collections de roches, de minéraux, de drogues, de produits naturels de toute espèce, de toutes provenances et de toutes qualités.

L'Institut renferme, en outre, des ateliers de mécanique, de menuiserie, de sidérurgie et de construction pour les machines, de riches laboratoires de chimie, un observatoire astronomique, un cabinet de physique et une bibliothèque de plus de 20,000 volumes. Enfin, une exposition publique y est ouverte chaque année pendant les mois d'avril et de mai.

(L'auteur indique ensuite les dispositions générales adoptées pour la fréquentation de cette école centrale que l'on pourrait, dit-il, appeler avec plus de raison une université de commerce et d'industrie. Il fait connaître les conditions : 1° de l'immatriculation à titre d'élève ordinaire (il faut justifier d'avoir suivi des cours déterminés et d'y avoir obtenu au moins le degré de mérite qualifié de première classe, ou bien il faut subir un examen d'admission); 2° de l'immatriculation à titre d'élève extraordinaire. Ne sont admises que les personnes jouissant d'une position indépendante, les officiers ou sous-officiers de l'armée, les employés privés ou gouvernementaux et les élèves d'un établissement d'instruction supérieure, qui désirent suivre un ou plusieurs cours de l'Institut, dans le but d'augmenter le fonds de leurs connaissances.)

Sont admises, comme *assistant à titre d'hospitalité*, les personnes d'une position indépendante qui ne désirent suivre qu'une série de leçons n'embrassant pas un cours complet. L'admission à titre de visiteur est accordée par le professeur du cours désigné, dans la mesure que lui permet l'espace disponible de la salle, sans gêner les élèves réguliers et sans entraver la marche des leçons.

Les admissions aux cours extraordinaires, aux cours de langues et aux leçons de dessin industriel sont du ressort des professeurs respectifs et peuvent s'obtenir même dans le courant de l'année. Elles sont libres de tous frais ou rétributions.

*Distribution des cours.* — Cet Institut offre deux divisions : 1° La section technique, et 2° la section commerciale.

Indépendamment de ces deux divisions, il existe encore dans l'Institut une *École de dessin industriel*, dans laquelle tout jeune homme qui se destine à n'importe quelle carrière industrielle reçoit des leçons de la branche de l'art du dessin qui lui est nécessaire.

Voici le sommaire du programme des cours :

1° **Section technique.** *Mathématiques élémentaires.* — *Mathématiques supérieures pures.* — *Géométrie descriptive.* — *Mécanique et connaissance des machines*, comprenant les principes de la mécanique et de l'hydraulique, avec applications de la haute analyse. — *Construction des machines*, enseignée en deux années d'é-



tudes; comprend, pendant la première, la construction des différents organes composant les machines : moteurs, régulateurs et agents de transmission; pendant la seconde, la construction et l'agencement des machines d'exploitation et de travail. — *Géométrie pratique*, comprenant la géodésie, le nivellement et l'hypsométrie, les éléments de l'arpentage et le dressage des cartes. — *Art des constructions rurales*, en général et considérées spécialement au point de vue de l'architecture; tenue des livres de construction, calcul des frais, de la main-d'œuvre et établissement des devis. — *Art des constructions hydrauliques et des routes.* — *Minéralogie scientifique*, avec applications spéciales à la technologie. — *Botanique scientifique et industrielle*, c'est-à-dire spécialement considérée au point de vue des applications à l'industrie et à l'agriculture. — *Zoologie scientifique et industrielle*, considérée spécialement au point de vue de ses applications à l'industrie et à l'agriculture. — *Zoologie paléontologique.* — *Géologie scientifique et appliquée.* — *Chimie, chimie inorganique, chimie organique.* Dans ces leçons, le professeur insiste particulièrement sur les applications techniques des principaux corps usités dans les arts ou l'industrie, et sur la préparation en grand de leurs produits les plus importants. — *Chimie analytique.* Les commençants débutent par des analyses qualitatives de plus en plus compliquées; ils passent ensuite aux essais de différents produits, puis aux différentes méthodes de titrages volumétriques et terminent par des analyses quantitatives. — *Chimie technologique.* La chimie technologique des alcalis et des terres, puis celle des ferments; celle des corps gras et des produits animaux ou végétaux employés dans l'industrie. — *Technologie générale* ou exposé complet des procédés industriels en tant que méthodes empiriques ou procédés mécaniques. — *Agriculture et économie rurale.* — *Cours préparatoire de dessin industriel.*

2° **Section commerciale.** *Science commerciale*, comprenant un exposé d'économie commerciale, ainsi que la connaissance des arts et manufactures, et celle des affaires commerciales en rapport avec la statistique des populations et l'histoire commerciale du globe. — *Droit commercial.* Législation relative aux effets de commerce, etc., principes de droit maritime. — *Style commercial.* — *Calcul commercial.* — *Tenue des livres.* — *Connaissance des marchandises.* — *Géographie commerciale.* — *Statistique.* — *Histoire du droit constitutionnel en Autriche.* — *Histoire du droit administratif en Autriche.*

**Cours extraordinaires annexés à l'Institut.** *Mécanique des constructions*, comprenant les applications de la mécanique à l'architecture et à l'art des constructions. — *Économie politique nationale*, considérée spécialement dans ses rapports avec les arts et métiers. — *Histoire du droit commercial autrichien.* — *Astronomie sphérique.* — *Science de la garantie des capitaux et des rentes.* — *Instructions sur les premiers secours chirurgicaux* à donner dans les cas d'accidents qui peuvent résulter de l'exercice de certaines industries. — *Calligraphie.* — *Sténographie.* — *Littérature allemande.* — *Chimie organique.* — *Anatomie végétale générale et microscopique.* — *Physiologie végétale.*

**Enseignement des langues** : *turque, persané, arabe vulgaire, langue et littérature italiennes, anglaises, françaises.*

Remarque. — L'enseignement des langues orientales et de la langue italienne est gratuit pour tout le monde. L'enseignement des autres langues n'est gratuit que pour ceux qui suivent à l'Institut quelque autre branche de l'enseignement.

**École de dessin industriel.** — Les *Cours pratiques élémentaires de dessin* comprennent : *a.* Le *dessin d'après nature.* — *b.* La *géométrie graphique.* — *c.* Le *tracé des projections et la perspective.* — *Dessin manufacturier.* — *Dessin appliqué aux arts de construction et à la métallurgie.* — *Cours populaire de dessin de machines.*

On a aussi organisé des leçons populaires et gratuites des dimanches et jours de fête. Ces leçons comprennent les matières suivantes :

*Arithmétique. — Géométrie. — Mécanique populaire. — Physique expérimentale.*

---

L'École des arts et métiers de Vienne compte, outre le directeur, M. George Haltmeyer, docteur en médecine, professeur émérite de géologie et de minéralogie, etc., un personnel de : 19 professeurs publics et ordinaires ; 1 professeur public extraordinaire ; 1 professeur suppléant ; 7 instituteurs ; 6 professeurs privés ou agrégés ; 2 instituteurs extraordinaires ; 6 adjoints ; 12 assistants. — Il y a, de plus, 3 bibliothécaires, 3 conservateurs du cabinet de technologie et 2 préposés à l'observatoire astronomique.

Les diverses collections servant à la démonstration des cours se composent d'un cabinet de physique et de modèles de machines, d'un cabinet de minéralogie et de géologie, d'une collection d'instruments de mathématiques, de collections très-complètes de technologie, d'instruments ou d'outils et de produits chimiques ; de la collection de modèles pour les arts de construction, de celle des machines et des modèles d'économie agricole, et enfin de la collection de matières premières, de fabricats et de produits commerciaux.

Le cabinet technologique de l'Institut de Vienne, qui est l'un des plus complets de l'espèce, présente, comme je l'ai déjà dit, à côté des échantillons de toutes les matières employées dans les arts ou dans l'industrie, les différents produits et les matières ouvrées qui en dérivent, ainsi que les divers outils ou ustensiles qui servent au travail de ces matières.

Plus de 200,000 objets ou échantillons, achetés par le gouvernement ou donnés par des particuliers et par des fabricants, forment de cette précieuse collection une véritable *Exposition permanente de l'industrie*, à tous ses degrés de perfectionnement, en même temps qu'une galerie des plus intéressantes et des plus instructives. On y voit figurer, depuis les produits les plus grossiers et les plus simples jusqu'aux fabricats les plus complexes : à côté des graines des diverses espèces de bombyx se trouvent représentées en nature les différentes phases de la transformation du ver, les maladies auxquelles celui-ci est sujet, les différentes préparations que subit le cocon, les appareils employés pour le dévidage, le décreusage de la soie, etc. ; puis viennent les diverses machines de tissage et les riches étoffes qui en sont fabriquées. C'est ainsi encore que, auprès de divers échantillons de soude, de sable, de silice, de potasse, de minium, etc., se trouvent tous les ustensiles de l'art du verrier, des réductions de fours et d'ateliers complets, des spécimens de verreries des diverses époques et des différents pays, depuis les flacons les plus grossiers jusqu'aux riches cristaux de Bohême et aux précieuses verroteries de Venise, etc.

On n'en finirait point si l'on voulait énumérer les richesses réunies dans ces utiles collections qui constituent un véritable Musée industriel, et, telle est l'instruction que l'on retire d'une simple visite à l'Institut technologique de Vienne, que l'on se prend à regretter qu'à côté de la prochaine Exposition universelle, Paris, ce foyer de lumières intellectuelles, n'offre point aussi, comme la capitale de l'Autriche, à toutes les activités, à tous les besoins matériels de notre époque, une *Université des arts et de l'industrie*, d'où rayonneraient sur le monde entier les incessants progrès des sciences d'application.

Docteur VAN DEN CORPUT.

---



# VARIÉTÉS.

**Art vétérinaire. — Ferrure périplantaire** (SYSTÈME CHARLIER).

Nombre de nos abonnés prendront sans doute avec intérêt connaissance d'un nouveau système de ferrure (le système Charlier, ferrure périplantaire). Nous en parlons aujourd'hui parce que l'expérience, faite sur une grande échelle, a prouvé l'excellence du système, en attendant qu'un progrès plus grand, l'absence totale de ferrure, vienne donner satisfaction aux désidérata d'un nombreux public [1], et en cela notre honorable collaborateur M. Gayot nous permettra de ne pas être de son avis; pour nous le *non-ferrage* n'est pas un *rêve*.

Le cheval, ce moteur animé, s'il a été en quelque sorte détrôné, n'a pu être rendu inutile par tous les autres moteurs, vapeur, gaz, électricité, etc., merveilles de la science de nos ingénieurs. Les travaux se sont multipliés par les nouveaux moyens d'exécution, et nous ne sachions pas cependant que le prix de cet utile intermédiaire (le cheval) ait baissé depuis la création de toutes nos voies ferrées.

Donc pour tous les ingénieurs, les industriels, maîtres de forges et agriculteurs, il est bon de leur faire connaître la ferrure Charlier, parce que de deux tiers moins pesante que les précédentes, elle fatigue aussi moins le pied du cheval. La ferrure plus légère ne demande pas l'emploi de ces clous massifs qui criblent d'énormes trous le sabot en le détériorant, ferrure incommode qui fait obstacle à l'élasticité naturelle inhérente et nécessaire au fonctionnement libre de toutes les parties d'un corps animé.

Nous donnons ici le modèle de cette ferrure, et la plupart de nos abonnés qui, pour leur industrie, se servent de chevaux, en prendront connaissance avec intérêt.




Fig. 21. — Rainure taillée dans l'ongle.

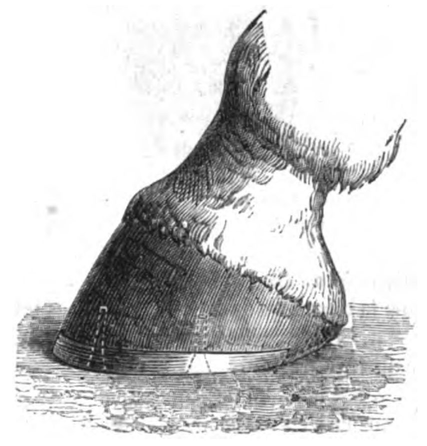


Fig. 22. — Sabot chaussé de son fer.

Nous faisons ici un emprunt à *la Science pittoresque*, et nous laissons la parole à l'un de ses rédacteurs, M. E. de Forges :

« C'est un atelier très-actif et très-intelligent que celui de M. Charlier. Le travail « s'y fait vite et bien. L'outillage est très-soigné, les ouvriers sont aussi soigneux. « Quatre chevaux se trouvaient là : chez tous le sabot est assez bien conservé : la « fourchette est pleine et a du volume. Voyons le système. — On taille dans le « pourtour de l'ongle une rainure qui en suit les bords externes (fig. 21). En cette

1. Voir les numéros de janvier et de février de *la Science pittoresque*.

« rainure est adapté le fer, étroit (fig. 22 et 23 ) par conséquent et d'une certaine « épaisseur; on l'ajuste avec soin; on *broche* avec des clous légers (fig. 24) rappe-« lant la forme anglaise.—Vous le voyez, c'est une ferrure périplantaire. Le nom dit « bien la chose, ce qui n'est pas toujours le cas dans notre langue. En résumé, l'œil « est satisfait et admet volontiers l'application d'une idée ingénieuse et de progrès.

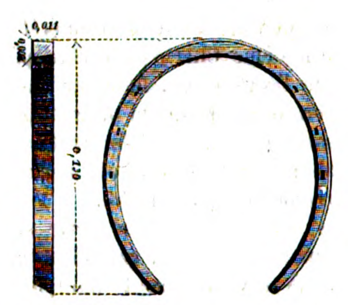
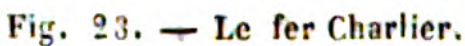




Fig. 23. — Le fer Charlier. Fig. 24. — Le clou.

« La ferrure périplantaire paraît s'adapter merveilleusement aux sabots nets, « volumineux, aux parois épaisses, à ces sabots enfin auxquels il n'y a rien à dire « et qui montrent une pente régulière de la couronne à la base. »

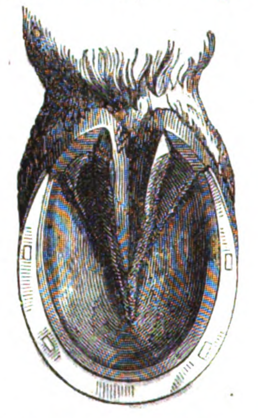


Fig. 25. — Le pied ferré.



Fig. 26. — Le pied, vue intérieure.

Enfin M. E. Gayot, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, émet dans la même revue son opinion en ces termes :

« .... L'application de la ferrure n'est point un préjugé ; sa suppression n'est qu'un rêve.

« Aussi les hommes compétents ont-ils depuis longtemps cessé de chercher les moyens de s'en passer. Les idées des plus sagaces sont tournées vers un autre pôle.

« Étant donnée la nécessité du ferrage, trouver le mode le moins défectueux de son emploi, ou, ce qui revient au même, le plus favorable à la conservation de l'intégrité du pied, lequel a, quoi qu'on ait tenté jusqu'ici, beaucoup à souffrir de l'application permanente d'une armature quelconque.

« Tel est le problème dont la solution est persévéramment poursuivie par la maréchalerie intelligente. Tout autre n'aboutira qu'à des résultats négatifs, et, pour le rappeler en passant, loin que des essais sur les chevaux de cavalerie puissent conduire à la suppression du ferrage, c'est la nécessité de tenir debout les chevaux des armées qui a conduit à la pratique rationnelle de ce moyen de protection et de conservation des pieds du cheval.

« Est-ce à dire que nos méthodes de ferrures soient parfaites? Ah! pour cela non, cent fois non. Et personne n'en connaît mieux les vices que ceux-là même qui les appliquent. Aussi est-on encore à la recherche de la perfection, *rara avis*.

« Il ne serait pas impossible que le procédé périplantaire de M. Charlier ne fût, en réalité, cette perfection relative si désirable ici. Je serais bien tenté de le croire, rien qu'à l'opposition formidable et plus ou moins intéressée qu'on lui fait. Laissons-lui néanmoins le temps de se produire; j'ai dans l'idée qu'il fera très-rapidement son chemin, et j'approuverai tous ceux qui, comme vous, l'essayeront de bonne foi pour s'en bien trouver. Dès aujourd'hui les essais sont nombreux; l'expérience a lieu sur une grande échelle et dira bientôt qui a tort ou raison, de l'inventeur modeste ou des détracteurs passionnés. »

Nous aimons à croire que, par ces quelques lignes, nous aurons rendu service à nos lecteurs en leur faisant connaître le système Charlier, et en même temps, si nous avons été utile à l'inventeur, notre but est atteint, la propagation des inventions faisant partie du programme que nous nous sommes imposé en fondant les *Annales du Génie civil*. Cette fois nous le faisons avec d'autant plus de plaisir qu'à la dernière séance de la Société protectrice des animaux, nous avons entendu attaquer M. Charlier dans des termes que nous ne voulons pas qualifier ici, mais qui nous ont donné la mesure de l'opposition faite par MM. les vétérinaires à ce nouveau système.

En effet, il a contre lui le tort immense d'éviter un nombre infini d'accidents auxquels donne lieu l'ancienne ferrure, et, par cela même, il rend moins souvent nécessaire l'intervention de ces messieurs; c'est de là que vient probablement leur grande colère. Espérons que les quadrupèdes n'ont par contre qu'à se louer du système que nous préconisons, en attendant qu'il s'en présente un meilleur.

EUGÈNE LACROIX,
Membre de la Société protectrice des animaux.

---

### La Nitroglycérine.

Nous avons déjà fait connaître à nos lecteurs la nouvelle poudre de mine appelée nitroglycérine. Nous croyons les intéresser en leur donnant quelques renseignements propres à les éclairer et à les mettre en garde contre un engouement irréfléchi pour ce produit nouveau, quoique nous ne veuillions pas dire qu'il faille discontinuer les essais.

D'après le *Berg und Huttenmannische Zeitung*, parmi d'autres inconvénients, la nitroglycérine aurait celui de se prendre en masse à une température probablement peu au-dessus de 32° Fahr. (0°c); cette température serait de 43 à 46° Fahr. (6° à 8°c) et dans cet état elle fait explosion par un simple frottement. Il est probable cependant que le point de congélation est inférieur à celui indiqué, quoiqu'on n'ait pas encore déterminé exactement ce point.

Un journal de Hirschberg, en Silésie, rapporte un accident résultant de l'explosion par frottement de nitroglycérine congelée ou cristallisée. On l'employait pour la construction d'un chemin de fer; elle était emmagasinée dans des vases en verre, enveloppés de paille et placés dans des paniers. Chaque vase contenait 1/4 à 1/8 de quintal de la substance. Pendant plusieurs jours, la masse a fait prise; on la maniait avec précaution, et les quantités à employer étaient détachées avec un morceau de bois et chargées dans les trous de mine. On trouva que la nitroglycérine produisait le même effet que la nitroglycérine liquide. Un jour, un surveillant des travaux eut la malheureuse idée de détacher les fragments de nitroglycérine avec un pic de 7 à 8 livres. Le choc produisit l'explosion, l'infortuné fut lancé en l'air et retomba dans une excavation profonde de 40 à 50 pieds.

En même temps deux ouvriers, qui faisaient des cartouches à peu de distance de lui, eurent le bonheur d'échapper en ne recevant que des blessures légères.

On nous a dit qu'il résultait de la combustion de la nitroglycérine des gaz délétères qui seraient peut-être un obstacle à son emploi dans des mines où l'aérage serait insuffisant. Tout cela mérite examen, et nous espérons que l'expérience aura bientôt dit le dernier mot. C. T.

**STATISTIQUE. — Accidents dus à l'emploi de la vapeur. II.**

En reproduisant (*Annales du Génie civil*, 4e année, p. 696) le compte rendu des accidents survenus en France pendant l'année 1864 dans l'emploi des appareils à vapeur (compte rendu publié par le ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics), nous faisions remarquer que l'administration venait de prendre par cette publication une initiative qui aurait d'excellents résultats : faire connaître la nature des accidents dus à l'emploi de la vapeur, les circonstances et les causes présumées des explosions, c'est en effet le meilleur moyen de prévenir le retour d'accidents semblables.

Nous allons reproduire aujourd'hui le bulletin des explosions d'appareils à vapeur arrivées pendant le premier semestre de 1865. Mais d'abord nous pouvons faire ressortir par des chiffres comparatifs que le nombre des accidents et le nombre des victimes est proportionnellement moins élevé pour les six premiers mois de 1865 que pour l'année 1864.

| | Année 1864. | 1er semestre 1865. |
|---|---|---|
| Nombre total d'accidents | 16 | 5 |
| Nombre des victimes. Tués ou morts des suites de leurs blessures | 40 | 11 |
| Blessés | 15 | 13 |

*Explosions arrivées pendant le 1er semestre de 1865.*

24 janvier. Laverie mécanique pour minerai de fer près Maubeuge, propriétaire la compagnie des forges et hauts fourneaux de Maubeuge (Nord.) — *Nature de l'appareil :* Chaudière cylindrique sans bouilleur, alimentant une machine de 6 chevaux. — Longueur = 5 mètres. — Diamètre = 0m,80. — Épaisseur = 8mm,4. — Timbre = 5 atmosphères. — *Circonstances de l'explosion :* Rupture d'une des tôles formant la partie supérieure de la chaudière. — Division de la chaudière en trois fragments. Projection de ces fragments et des débris du fourneau à de grandes distances. — *Suites de l'explosion :* 13 ouvriers atteints par les fragments de la chaudière ou du fourneau (3 tués, 10 blessés). — Tous ces ouvriers étaient occupés, extérieurement au local des chaudières, au transport des minerais. — Renversement de la cheminée et d'une partie du bâtiment de la machine. — *Cause présumée de l'explosion :* Mauvaise qualité de la tôle, métal mal soudé. La feuille qui s'est rompue était divisée sur son épaisseur de manière à former deux lames, dont l'épaisseur, en certains points, descendait à 2 millimètres, et était ainsi devenue incapable de supporter la pression normale de marche de la chaudière.

12 février. Ateliers des hauts fourneaux du Creusot (Saône-et-Loire), propriétaire la compagnie du Creusot. — *Nature de l'appareil :* Chaudière cylindrique verticale, chauffée par les gaz des hauts fourneaux et alimentant la machine des monte-charges. — Hauteur = 14 mètres; diamètre = 1m,20. — Timbre = 5 atmosphères. — Le fond supérieur de la chaudière était plat, en fonte, d'une épaisseur de 35 millimètres, d'un poids de 280 kilogrammes. — *Circonstances :* Rupture du fond supérieur sur le pourtour entier du plateau, pendant la mise en pression de la chaudière. — Projection dudit fond à une grande distance. — *Suites :* Pas d'accident de personne ni de dégât matériel sensible. — *Cause présumée :* Altération produite dans la résistance du métal par un froid de 12° qui avait précédé la mise en feu de la chaudière, et grande différence de température qui existait entre les deux faces du fond, au moment de la mise en pression. (Les fonds en fonte des autres chaudières semblables ont été remplacés par des fonds en fer.)

15 février. Exploitation agricole à Boves (Somme), propriétaire M. Waubert de Genlis, constructeur. Chaudière d'occasion livrée par Doumergue, chaudronnier à Amiens. — *Nature de l'appareil :* Chaudière cylindrique à deux bouilleurs, alimentant une machine destinée aux travaux de la ferme. — Longueur = 2m,90; diamètre = 0m,70. — Timbre = 6 atmosphères. — Épaisseur = 10 millimètres. — Rééprouvée en 1862. — *Circonstances :* Rupture du corps de la chaudière, suivant une génératrice, immédiatement au-dessous du niveau des carneaux et au-dessus de la grille. — La tôle, en cette région, avait été amincie et brûlée par des coups de feu. — Rupture du bouilleur suivant une section transversale. — Projection des différentes parties de la chaudière et du fourneau. — L'épaisseur du métal, dans la partie déchirée, était réduite à 7 millimètres. — *Suites :* 2 enfants tués, une ouvrière blessée. (Les deux enfants étaient ceux du chauffeur : ils étaient dans le local de la chaudière au moment de l'accident. Leur père était sorti. — L'ouvrière travaillait au dehors.) — *Cause présumée :* Mauvaise conduite de la chaudière. — Le chauffeur calait les soupapes; il allumait et mettait en pression en laissant habituellement le niveau de l'eau au-dessous des carneaux. — La tôle, détériorée par ce fait, n'a pas résisté à la trop grande pression sous laquelle on la faisait travailler.

1er avril. Usine métallurgique d'Aubin (Aveyron), propriétaire la compagnie d'Orléans. Construite en Angletere; importée en 1847. — *Nature de l'appareil :* Chaudière cylindrique, sans bouilleur, à fonds presque plats, faisant partie d'un groupe de 7 chaudières, dont 5 en travail, alimentant la machine motrice de la soufflerie et chauffées par les gaz perdus des hauts fourneaux. — Longueur = 10 mètres; diamètre = 1m,70. — Timbre = 4 1/2 atmosphères. — Épaisseur de tôle = 12 millimètres. (Les eaux d'alimentation proviennent ordinairement du ruisseau de Cransac; mais quand ce ruisseau est à sec, elles sont empruntées aux eaux extraites des mines de houille d'Aubin. Celles-ci renferment de l'acide sulfurique en quantité qui peut s'élever jusqu'à 1 gramme par litre.) — *Circonstances :* Rupture de la chaudière en un grand nombre de morceaux, mais notamment suivant un plan diamétral passant à peu près par la ligne de niveau d'eau, zone où l'épaisseur qui, primitivement, était de 12 millimètres, était descendue, par l'effet de la corrosion des eaux, jusqu'à 1 et 2 millimètres. — Projection des débris de la chaudière et de la maçonnerie du fourneau à de grandes distances. — Déplacement et aplatissement de la chaudière de gauche qui n'était pas en travail. — Écrasement, déchirure et explosion d'un bouilleur de la chaudière de droite qui était en pression. — Dégagement d'une immense quantité de vapeur. — *Suites :* Quatre ouvriers tués, soit brûlés par la vapeur, soit atteints par les projections de la chaudière. — Plusieurs autres blessés, deux assez grièvement. — Tous ces ouvriers étaient occupés, soit à la réparation d'une chaudière dans le même local, soit dans une forge située sur le prolongement de l'axe des chaudières. — *Cause présumée :* Corrosion des tôles, dans la partie correspondante aux oscillations du niveau de l'eau, par suite de l'emploi d'eaux d'alimentation acides non neutralisées.

20 avril. Mine de houille (Loire), propriétaire la compagnie de Roche-la-Molière, constructeur M. Revollier, à Saint-Étienne. — *Nature de l'appareil :* Chaudière cylindrique horizontale, à fonds hémisphériques, alimentant la machine d'extraction d'un puits de mine. — Longueur = 12 mètres; diamètre = 1m,35. — Timbre = 5 atmosphères. — Épaisseur = 13 à 14 millimètres. — (Construite en 1855. — Réparée fréquemment par suite de rupture suivant les lignes de rivets.) — *Circonstances :* Rupture du corps de la chaudière suivant une ligne de rivets verticale, à peu près au droit du coup de feu. — Des fuites s'étaient manifestées depuis plusieurs jours dans la ligne de rivets qui s'est rompue. — Les deux parties de la chaudière ont été projetées au loin. — *Suites :* Un chauffeur et un ouvrier qui passait accidentellement près de la chaudière brûlés par la vapeur et morts des

suites de leurs brûlures. — Plusieurs ouvriers légèrement contusionnés par suite de la projection des briques du fourneau. — *Cause présumée :* Vice de construction. — Défaut de surveillance. — Tôle aigre, formée de mises mal soudées.— Rivets trop rapprochés. — Surfaces de recouvrement trop étroites. — La chaudière n'eût pas dû être laissée en service, à cause des fuites qui s'y étaient manifestées depuis plusieurs jours.

La répartition des accidents *par nature d'établissements* donnait pour l'année 1864: 4 accidents dans les fabriques de sucre ou raffineries, 2 dans les papeteries, 2 dans les distilleries, 2 dans les dragues, et 1 dans chacune des industries suivantes : chemins de fer, filatures, aciéries, huileries, briqueteries.

Pour les six premiers mois de 1865, les cinq accidents se répartissent ainsi : 2 dans les usines métallurgiques, 1 dans les lavoirs à mines, 1 dans une exploitation agricole, et 1 dans une mine.

Quant à la répartition par *nature d'appareil*, le bulletin donnait pour 1865 les chiffres suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Chaudières génératrices. | Chaudières cylindriques avec bouilleur. | 8 |
| — | Chaudières à foyer intérieur et tubulaires. | 3 |
| — | Locomotives | 1 |
| Appareils calorifères | | 4 |

Pour le 1er semestre de 1865, voici le résumé :

| | | |
|---|---|---|
| Chaudières génératrices cylindriques | horizontales, avec ou sans bouilleur | 4 |
| | verticales, à foyer intérieur, non tubulaires. | 1 |

Quant aux causes, voici les indications récapitulatives des deux périodes :

*Année* 1864.

| | |
|---|---|
| Mauvaise qualité du métal ou disposition vicieuse du fourneau | 8 |
| Imprudence ou défaut de surveillance des chauffeurs ou des mécaniciens. | 7 |
| Imprudence d'autres que les chauffeurs ou les mécaniciens | 1 |
| | 16 |

*1er semestre* 1865.

| | |
|---|---|
| Défauts de construction, mauvaise qualité du métal ou nature du métal (fonds en fonte), disposition vicieuse du fourneau | 3 |
| Imprudence des ouvriers | 1 |
| Imprudence d'autres | 1 |
| | 5 |

En terminant, nous ferons remarquer que la publication de ce bulletin des accidents a été approuvée, non-seulement en France, mais surtout à l'étranger. Il y a là des enseignements pour tous ceux qui s'occupent de l'industrie ou qui en vivent : propriétaires d'usines, constructeurs de machines, ingénieurs, et même pour les simples ouvriers. Aussi émettrons-nous le vœu que ces publications se fassent le plus promptement possible : les résultats du 2e semestre doivent être arrivés dans les bureaux du ministère ; nous en espérons la prochaine communication.

---

## Nouvel appareil de combustion.

M. Émile Martin, auteur du *Substituant du condenseur à surface* dont nous avons rendu compte dans les *Annales du Génie civil,* 4e année, p. 208, vient de prendre un brevet pour un appareil dans lequel s'effectuent deux combustions successives, produisant le maximum du pouvoir calorique du combustible et permettant d'utiliser la presque totalité de la chaleur développée.

Nous reviendrons sur cet appareil qui, étant un complément indépendant, peut se fixer de toutes pièces et est, par cela même, applicable à toutes les chaudières.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.



# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

**Conservation des bois. — Vases cylindriques. — Emploi du brai pour les préserver de l'action des acides.**

Un des moyens le plus souvent employés pour conserver les bois consiste à faire pénétrer dans leurs pores une dissolution de sulfate de cuivre. L'imbibition s'opère, d'ordinaire, dans un vase clos, au moyen du vide et de la pression, et pour empêcher l'action corrosive du sulfate de cuivre sur le métal du vase, qui est communément en fonte, il est indispensable d'établir une séparation sans laquelle le sulfate de cuivre se modifierait au contact du fer, de manière à se transformer en sulfate de fer, substance qui, injectée dans le bois, loin de le conserver, en désagrégerait les fibres.

MM. Burt et C^ie se servent, pour les bois et traverses de chemins de fer, de cylindres en fonte de grande dimension, et, lorsqu'ils opèrent avec le sulfate de cuivre, ils enduisent l'intérieur des cylindres avec *le brai.*

Ce système de cylindre et d'enduit a donné lieu à une saisie et à une poursuite en contrefaçon contre MM. Burt et C^e, de la part de MM. Blythe, Dorcett et Bethell qui exercent la même industrie, et basaient leur demande sur deux brevets obtenus par eux les 4 décembre 1858 et 15 juillet 1859.

Cette demande a été accueillie par jugement du tribunal de la Seine, mais sur l'appel de MM. Burt et C^e, la Cour a infirmé la décision des premiers juges.

Elle a jugé, en fait, que la combinaison qualifiée d'invention nouvelle avait été mise en pratique dès 1841; que, si le procédé suivi par MM. Blythe, Dorcett et Bethell, pour arriver à cette combinaison, avait des avantages au point de vue de la fabrication, le seul changement de la matière du revêtement intérieur du vase employé ne produisait pas de différence dans le résultat industriel obtenu.

En droit, elle a décidé que, lorsque l'invention ne porte que sur un appareil, elle n'est brevetable qu'autant qu'il offre des moyens nouveaux ou nouvellement disposés, et que, du moment où une combinaison qui produit un résultat industriel appartient au domaine public, il ne suffit pas d'une simple substitution de matière dans l'un des éléments de l'ensemble, sans changement dans ce résultat, pour donner naissance à un droit privatif. (Arrêt du 1^er février 1866.)

**Action directe des ouvriers. — Sous-entrepreneurs.**

Aux termes de l'article 1798 du Code Napoléon, les maçons, charpentiers et autres ouvriers qui ont été employés à la construction d'un bâtiment ou d'autres ouvrages faits à l'entreprise, ont action contre celui pour lequel les ouvrages ont été faits. Jusqu'à concurrence de ce droit, il se trouve débiteur envers l'entrepreneur, au moment où leur action est intentée.

Mais cette disposition, édictée en faveur des ouvriers, ne peut être invoquée par les sous-entrepreneurs à raison des sommes qui leur sont dues par l'entrepreneur général, ces sous-entrepreneurs faisant une véritable opération commerciale.

C'est ce qui a été décidé par deux arrêts de la Cour de cassation (12 février).

**Industrie des métaux. — Modèle de fabrique. — Chasse-roues. — Conservation de la propriété des modèles. — Concurrence déloyale.**

M. Pigis, marchand de fonte et fer, a fait exécuter un modèle servant à fabriquer en fonte des bornes destinées à garantir les trottoirs et les murs des habitations du choc et du frottement des roues, et que, pour cette raison, il a appelées chasse-roues. Ayant appris que le modèle avait été reproduit, à l'aide de surmoulage, par M. Gérard, maître de forges, d'accord avec MM. Tabarot et Rozier, il a formé contre

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



ces trois personnes une demande en condamnation solidaire au payement de 10,000 fr. de dommages - intérêts, pour réparation du préjudice résultant de cette concurrence illicite, ainsi qu'à la saisie et à la destruction des objets contrefaits.

MM. Gérard, Tabarot et Rozier ont soutenu que la demande n'était pas recevable, le demandeur n'ayant aucun droit privatif, résultant soit d'un brevet, soit d'un dépôt régulier du modèle ou du dessin du chasse-roues, dans les termes de la loi de 1806 et ne pouvant d'ailleurs imputer aux défendeurs aucun fait de dol, de fraude ou de mauvaise foi.

Cette demande a été accueillie par un Jugement du tribunal civil de la Seine, mais, sur l'appel, la Cour a confirmé la décision des premiers juges. Elle s'est fondée sur ce que : si les lois des 19 juillet 1793 et 18 mars 1806 reconnaissent et consacrent la propriété industrielle, ce n'est qu'à la condition du dépôt, conformément aux règles de la matière, soit du modèle, soit du dessin de l'œuvre dont l'auteur entend se réserver la propriété exclusive. (Arrêt du 20 février 1866.)

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

---

# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

| MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 237 | 50 |
| — des États-Unis | 300 | » |
| — du Chili, brut | 225 | » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 230 | » |
| Étain Banca | 232 | 50 |
| — des détroits | 227 | 50 |
| — anglais | 227 | 50 |
| Plomb brut de France | 51 | 50 |
| — d'Espagne | 52 | » |
| — d'Angleterre | 50 | 50 |
| Zinc brut de Silésie | 64 | » |
| — Autres provenances | 61 | 50 |
| **MARSEILLE (entrepôt).** | | |
| Aciers de Suède, nº 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, nº 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |
| **SAINT-DIZIER.** | | |
| Fontes au bois | 111 | » |
| Fers au bois | 225 | » |
| Fers métis | 220 | » |
| Fers au coke | 200 | » |
| **PEINTURE.** | | |
| Colza brut (tous fûts) | 117 | » |
| — en tonne | 117 | 50 |
| — épurée | 125 | 50 |
| Lin brute (tous fûts) | 106 | » |
| OEillette commune (hectolitre) | 107 | » |

| PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 47 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 48 | » |
| — — 36 | 39 | » |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 9 | » |
| Sel de soude | 36 | » |
| Sel d'étain | 205 | » |
| **BOIS.** | | |
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 | |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norvége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0034) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 | 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |
| **MAÇONNERIE.** (Paris, octroi, transport compris). | | |
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | » | |
| — grasse | 28 | » |
| Ciment de Portland | 9 | 50 |
| Ciment façon de Portland | » | |
| Briques creuses (le mille) | 56 | » |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.



## BATIMENTS RURAUX.

# DISPOSITION D'ENSEMBLE DES BATIMENTS D'UNE FERME

Par M. J. GRANDVOINNET.

Planches IX, X, XI, XII.

La science de l'ingénieur peut apporter à l'industrie agricole une aide puissante. Basée sur les connaissances les plus précises et les plus positives, elle peut marcher beaucoup plus hardiment que la chimie agricole et la zootechnie, qui s'attaquent à des problèmes d'une difficulté toute particulière, par suite de l'obscurité des conditions de la vie végétale et animale. Et cependant le génie rural en est encore en France à se faire reconnaître. Non que dans la sphère scientifique le génie rural n'ait pas fait ses preuves; mais les praticiens, pour la plupart, dédaignent ce secours puissant, plus encore peut-être que celui de la chimie. A quoi tient cette espèce de répulsion? Elle s'explique, chez le simple paysan, par cette observation que nous empruntons à M. Moll : « Son ignorance le rend excessivement défiant pour tout ce qu'il ne connaît pas. Mais cette même ignorance le rend confiant jusqu'à la stupidité pour certains hommes et certaines choses. Ajoutons que, toujours par suite de cette fatale ignorance, il a souvent la main malheureuse. Sa confiance, comme sa défiance, sont ordinairement mal placées....., et, règle générale, on peut dire qu'en fait de médecins, de vétérinaires, d'avocats, de notaires, il s'adressera presque toujours de préférence au moins méritant. Le rebouteur, le maréchal-expert, le sorcier même, voilà les hommes auxquels il a recours dans ses maladies et celles de son bétail, et pour ses affaires litigieuses, c'est l'avocat du village, ce fléau des campagnes, expliquant et commentant le Code en patois, qu'il va consulter. » Voilà l'homme du *métier* agricole.

L'agriculteur proprement dit, celui qui traite la culture industriellement, ne mérite pas les mêmes reproches, aussi complétement du moins; mais il ne dépouille jamais entièrement le vieil homme, s'il a commencé par être petit ou moyen fermier, s'il est né paysan. S'il est devenu agriculteur, après avoir passé une portion notable de son existence dans une autre profession, il n'a pas ces défauts d'abord, mais il en prend bien vite une partie sous l'action dissolvante des critiques de ses voisins les paysans; il reconnaît trop tôt que *dans le royaume des borgnes, les aveugles sont rois*[1], et il se fait *aveugle* pour régner, si son caractère n'est pas à la hauteur de sa tâche.

Aussi doit-on mettre au premier rang des hommes utiles le grand pro-

1. Ils sont deux fois borgnes.

priétaire, ou le gros fermier, qui marche hardiment dans la voie du progrès en s'aidant des principes de la science agricole. C'est pour ce petit nombre que nous écrivons. Ils savent apprécier l'importance d'une bonne machine agricole et, par suite, des principes de mécanique qui permettent de la distinguer des autres, de même que les avantages d'une bonne disposition des bâtiments, des irrigations et du drainage.

Le nombre des ingénieurs agricoles auxquels ils peuvent avoir recours est encore bien petit : il est en raison de la demande; mais celle-ci augmente chaque jour, parce que l'avenir de l'agriculture est dans la culture industrielle, celle qui emploie avec intelligence les deux forces des industries modernes : les moteurs économiques et puissants et le capital.

Il convient donc aujourd'hui de mettre les jeunes ingénieurs civils en mesure de répondre à la demande prochaine de l'industrie agricole, comme ils ont répondu depuis longtemps à l'appel des autres industries.

Le cours de génie rural dont nous sommes chargé à Grignon depuis bientôt quinze ans a pour auditeurs des fils de propriétaires ou de riches fermiers. Ces cours n'étant pas publics, nous ne pouvons donner d'expansion à notre enseignement que par la presse, et c'est à ce point de vue que nous avons cru, avec le directeur de ce recueil, faire œuvre utile en donnant des articles de fond sur les diverses parties du génie rural, au point de vue surtout de l'ingénieur et du propriétaire instruit.

Outre le drainage, l'irrigation et les machines agricoles (si nombreuses aujourd'hui), le génie rural s'occupe des *bâtiments ruraux*.

Ce qu'il importe surtout de faire connaître à nos lecteurs, ce sont les dispositions que doivent présenter ces bâtiments pour satisfaire le mieux possible aux exigences de l'industrie agricole.

*De l'emplacement des bâtiments d'une exploitation agricole.* — Lorsqu'il s'agit d'édifier les bâtiments nécessaires à une exploitation agricole, la première question qui se présente est celle de l'*emplacement* qu'ils doivent occuper. Or, deux genres de conditions doivent être satisfaites : 1° les conditions de bonne hygiène pour les habitants de la ferme qui s'accordent avec les conditions de bonne assiette des bâtiments; et 2° les conditions d'exploitation.

Pour satisfaire aux premières conditions, l'emplacement doit être en *bon climat* : dans une même exploitation, il est des parties plus ou moins bien abritées contre les vents froids ou pluvieux, contre les émanations de marais ou d'étangs, plus ou moins bien exposées enfin, où le sol et le sous-sol sont plus propres à la fondation des bâtiments et plus sains, les eaux n'y séjournant pas, ni superficiellement, ni souterrainement. Ces conditions sont bien connues, et on peut les résumer ainsi : les bâtiments seront sur un versant doucement incliné, exposé aux aires de vent comprises entre le nord-est-est et le sud-sud-ouest (en France), et en sol sec, sain et stable, abrité de toutes émanations malsaines.

Les conditions d'exploitation sont que les *bâtiments* d'où partent les fumiers et les instruments de culture et où viennent s'emmagasiner les récoltes soient *au centre de transport* de l'ensemble des terres (prés et champs). Si les transports se faisaient sans chemin et au plus droit, le

centre des transports se trouverait au centre de gravité de l'ensemble des terres, et il serait facile alors, pour un ingénieur, de déterminer ce centre sur le plan de l'exploitation; ce serait un problème de simple mécanique rationnelle; mais il faut tenir compte de ce qu'une grande partie des transports se font par les chemins; que certains présentent des pentes sensibles, les autres étant de niveau; qu'une partie des champs étant de mauvaise qualité peut être soumise à une culture différente des autres champs, et, par suite, donner lieu à moins de transports que le reste des terres. Le problème devient alors à la fois scientifique et agricole, et sa solution n'est plus aussi simple.

Il faudra procéder ainsi : déterminer d'abord le centre de gravité des terres et y supposer les bâtiments, puis calculer pour chaque champ ce que nous appellerons le *moment de transport*, c'est-à-dire le double produit de la surface du champ (proportionnel au poids de la récolte ou du fumier à transporter) par le chemin à parcourir horizontalement et verticalement (s'il y a pente sensible).

De l'examen comparatif de ces divers moments de transports, il résultera que les bâtiments, au lieu d'être placés au centre de gravité, devront en être plus ou moins écartés, par suite des différences de pente ou des inflexions des chemins existants; on fera le même calcul pour une seconde, puis une troisième position des bâtiments, et on parviendra par tâtonnements à trouver un point tel que la somme des moments de transports pour toutes les pièces de terre par rapport à ce point soit la plus faible; ce point sera, au point de vue du transport, le meilleur emplacement pour les bâtiments.

Une autre condition de bonne exploitation doit aussi être prise en considération dans quelques cas, c'est l'emploi d'un cours d'eau comme *moteur* de la batteuse, et, en tous cas, comme source de l'eau nécessaire aux usages de la ferme.

On voit donc qu'il faut satisfaire autant que possible et en même temps à des conditions diverses pouvant conduire à des points différents comme emplacement; il y a donc une espèce de *ballottage* à faire. La solution du problème n'est donc pas mathématique; elle est pour ainsi dire de *tact*, car les conditions auxquelles doit satisfaire l'emplacement des bâtiments ne sont pas toutes d'égale importance, et cette inégalité ne peut être mesurée exactement. Tout ce que l'on peut faire, c'est les classer. En premier lieu, vient la condition de bonne hygiène pour les habitants de la ferme, puis celles du plus faible transport, du voisinage de l'eau motrice et alimentaire, etc.

On peut en effet, par l'ouverture de quelques chemins d'*exploitation*, arriver à satisfaire à la deuxième condition, et, par l'emploi des câbles métalliques, transmettre à une ferme la force d'un cours d'eau situé à une grande distance des bâtiments, tandis que si l'emplacement est dans une situation malsaine, il n'y a pas de remède bien efficace; le *drainage*, il est vrai, débarrasse de l'eau nuisible, et des *rideaux d'arbres* arrêtent les émanations malsaines; mais, à ce dernier point de vue surtout, le remède n'est pas toujours certain.

Avec un peu de tact, un ingénieur agricole arrivera toujours à déterminer un emplacement convenable pour les bâtiments, surtout si son choix est libre, c'est-à-dire si des exigences du propriétaire ou du fermier ne viennent pas à l'encontre des règles que nous avons essayé de présenter. Nous nous bornerons donc à cet aperçu succinct des conditions d'emplacement.

*De la disposition d'ensemble des bâtiments d'une ferme.* — Il ne suffit pas que les bâtiments soient dans un emplacement satisfaisant aux diverses conditions que nous venons d'énumérer, il faut encore que leur disposition relative convienne à l'ensemble des travaux de main-d'œuvre et de transport qui se font à l'intérieur ou aux environs des bâtiments, et que ceux-ci aient une exposition convenable, suivant leurs divers usages. Ce problème difficile à poser est aussi difficile à résoudre.

L'industrie agricole, en effet, est ordinairement complexe dans ses buts et même dans ses moyens. Cherchons cependant à dégager les données du problème.

Toute exploitation agricole peut être considérée comme ayant pour but la *production de végétaux et d'animaux;* quelques-unes n'auraient, il est vrai, pour but que de produire des végétaux, mais auraient des *animaux* comme *moyen*, soit pour moteurs, soit pour producteurs d'engrais.

Nous trouvons donc toujours dans une ferme des animaux à *loger*, ces animaux étant des animaux de travail, d'élevage ou de rente (graisse ou lait). Nous avons donc un premier groupe de bâtiments : les *logements des animaux*.

*Les produits végétaux* obtenus dans l'exploitation doivent aussi être logés ou emmagasinés, et, pour la plupart, préparés pour la vente au dehors ou la consommation dans la ferme même. Deuxième classe de bâtiments : les bâtiments pour l'*emmagasinage et la préparation des produits végétaux*. Il en est de même pour quelques produits animaux, la laine et le lait.

Le matériel de la ferme est assez varié; il comprend des véhicules pour le transport au dehors et à l'intérieur, des machines ou instruments pour la préparation des terres, l'ensemencement et la récolte, et enfin des outils. Ce matériel doit être abrité et gardé dans un troisième groupe de bâtiments, les hangars à véhicules et à machines.

Les animaux de la ferme sont surtout des producteurs d'engrais; le fumier qu'ils donnent doit donc être recueilli, préparé et emmagasiné. Les engrais commerciaux doivent aussi pouvoir être abrités. Quatrième groupe de bâtiments : *plates-formes ou fosses à fumier et à purin, hangars à guano, poudrette, etc.*

Il n'y a pas besoin de dire qu'outre les bâtiments d'exploitation dont il vient d'être parlé, le domaine comporte le logement du cultivateur, de ses domestiques et parfois des ouvriers le plus souvent employés, et comme dépendances les bâtiments nécessaires à la préparation des aliments, à la conservation ou à la manutention des produits animaux, tels que le lait, etc. Enfin une industrie peut être annexée à la ferme : féculerie, distillerie, sucrerie, huilerie, etc.

Voici du reste une liste de tous les bâtiments qui peuvent se trouver dans une grande exploitation :

1° HABITATION DU CULTIVATEUR et de ses aides ordinaires. Logements d'ouvriers.

*Annexes des habitations.* Fournils, boulangerie, buanderies, bûchers, celliers, latrines ;

2° LOGEMENTS D'ANIMAUX. *Écuries* pour chevaux de travail, de selle ou d'élevage, infirmerie.

*Vacheries* pour vaches laitières et bêtes d'élevage, taureaux ; bouveries pour bêtes de travail ou d'engrais.

*Bergeries* pour bêtes d'élevage ou d'engrais ; *chenils* pour les chiens de garde.

*Porcheries* pour l'élevage et l'engraissement.

*Basse-cour.* Poulailler, clapiers[1] ;

3° BATIMENTS POUR LES RÉCOLTES. *Granges-magasins* pour les diverses céréales, magasins ou séchoirs pour maïs, tabacs.

*Granges à battre* pour égrener les blés, avec *chambres* à machines contenant les machines propres à préparer les blés pour la vente (tarares, cribles, trieurs) ou la consommation (concasseurs et aplatisseurs de grains, moulins), coupe-racines, pompes, etc., etc.

*Grange à paille* pour recevoir la paille battue, devant servir pour la litière ou pour la nourriture du bétail, avec un emplacement pour un ou plusieurs *hache-paille.*

*Greniers à graines et à blés* pour emmagasiner les blés et autres graines, silos, caves ;

4° BATIMENTS POUR LE MATÉRIEL. Hangar à véhicules et pour les divers instruments, tels que charrues, herses, rouleaux, semoirs, etc. ; chambre pour les outils à main.

*Atelier* pour la réparation des instruments ; forge portative, scierie, etc.

5° BATIMENTS OU CONSTRUCTIONS POUR LES ENGRAIS. Plates-formes et fosses à fumier, fosse à purin, réservoirs à engrais liquides, gadoues, latrines, hangars à guano et à poudrette, etc.

6° BATIMENTS D'INDUSTRIES, ANNEXES. Féculerie, distillerie, sucrerie, vendangerie, huilerie, magnanerie, etc.

Les principes qui doivent guider dans la disposition d'ensemble de ces bâtiments sont assez peu nombreux : 1° rendre les transports intérieurs d'aliments, litière et fumier, aussi peu dispendieux, aussi courts et aussi directs que possible ; 2° donner à chaque bâtiment la meilleure exposition pour sa destination ; 3° permettre l'expansion des bâtiments sans nuire à la disposition relative, au fur et à mesure de l'amélioration de la culture qui donne plus de récoltes et plus de fumier : il y a nécessité

1. Nous saisirons cette occasion pour recommander à nos lecteurs d'une manière toute spéciale un ouvrage récemment publié dans la *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*, par M. Gayot, sous le titre de *Guide pratique pour le bon aménagement des animaux*, dans lequel sont successivement indiquées les meilleures conditions pour l'établissement des écuries, des étables, des bergeries, des porcheries et des animaux de la basse-cour.



d'augmenter les bâtiments pour loger l'excédant de récoltes et les animaux nécessaires à la consommation de cet excédant, ainsi que les nouveaux instruments, etc.; 4° rendre aussi facile et aussi complète que possible la surveillance du chef de l'exploitation; 5° diminuer les chances d'incendie, etc.

Suivant l'importance plus ou moins grande qu'accordera l'ingénieur agricole à chacun de ces principes, il en résultera un groupement différent. Il est bien entendu aussi qu'en omettant l'une ou l'autre des conditions indiquées, on arrive aussi à des dispositions fort diverses. Il importe donc bien de se rendre compte de l'importance spéciale de chaque principe.

Les transports intérieurs constituent une main-d'œuvre coûteuse et exigent par suite un personnel plus considérable pour soigner les animaux : si la disposition des bâtiments rend les soins dispendieux, les animaux en souffrent; le mal est donc permanent et général. Il en est à peu près de même d'une mauvaise exposition des logements d'animaux; ceux-ci ne profitent pas aussi bien des aliments qu'ils consomment, leur santé peut même être compromise à certaines époques de l'année. Il n'est pas besoin de faire ressortir l'importance d'une surveillance facile de la part du chef de l'exploitation; mais cette condition n'implique pas l'abandon de la première, tandis que l'adoption d'une disposition économisant les transports intérieurs et les soins à donner au bétail, rendant faciles les travaux des domestiques, diminue l'importance de la surveillance, qui ne doit pourtant jamais être tout à fait méconnue, pas plus que les autres conditions énumérées.

Deux systèmes bien opposés sont depuis longtemps en présence : l'un, souvent adopté en Angleterre dans les grandes fermes, donne la priorité à la condition de moindre transport intérieur, et s'occupe peu ou point de la surveillance qu'elle remplace par une bonne organisation des divers travaux ayant chacun un délégué responsable. C'est une disposition analogue au gouvernement oligarchique; le second, exclusivement employé en France, met la condition de facile surveillance avant toute autre. C'est un gouvernement monarchique. Tout se passera bien tant que l'œil du maître sera ouvert; mais le maître parti tout ira mal, surtout si une disposition mauvaise au point de vue des transports rend le soin des animaux par trop fatigant. Nous avons rangé par ordre d'importance les conditions auxquelles un plan de ferme doit satisfaire. Examinons-les d'une manière détaillée.

1° *Moindres transports.* Les récoltes arrivant des champs doivent être emmagasinées dans le lieu le plus proche des bâtiments de préparation de ces récoltes; les récoltes entrant d'un côté dans les magasins, et en sortant de l'autre pour être préparées. Donc, à un bout de la ferme les magasins, granges et fenils. Contre ces bâtiments, mais à l'intérieur relativement aux magasins, la grange à battre et les chambres renfermant les machines pour la préparation des aliments; plus à l'intérieur et à la suite des premiers, les dépôts provisoires de produits végétaux préparés pour

être portés au marché ou consommés dans la ferme; c'est-à-dire un magasin à paille, une chambre à menue paille, à paille hachée, à racines coupées, une chambre à mélange et à fermentation, etc.

Ce premier groupe de bâtiments est pour ainsi dire le pivot des autres; car si toutes les récoltes arrivent là et s'y trouvent préparées, tout ce qui doit servir à l'alimentation des animaux et à la confection du fumier en part : la *paille-litière* étant un produit lourd et encombrant, le magasin de paille battue accolé à la grange à battre doit être proche des logements d'animaux et plus près de ceux qui consomment le plus de paille.

Si certains aliments sont donnés aux animaux sans préparation ou après cuisson, ils peuvent être emmagasinés près des logements mêmes ou de la cuisine, et parfois même préparés là; mais on est conduit alors à une augmentation des machines de préparation, coupe-racines et hache-paille, qui alors ne peuvent guère être mues qu'à la main, ce qui est mauvais. Une usine centrale de préparation vaut mieux. C'est le pivot de la cour alimentaire et elle permet d'employer des moteurs puissants et économiques.

Un second groupe de bâtiments a pour objets les travaux de culture et de transports extérieurs. Les véhicules et instruments de culture, en dépôt sous des hangars, doivent être proches du logement des chevaux de travail et de l'atelier de réparation. Ce groupe peut être dans la même cour ou y attenant.

Enfin le groupe des logements d'animaux doit être attenant à la cour alimentaire, mais aussi proche que possible du lieu de recueil et de préparation du fumier; et il doit être en bonne exposition. Enfin la sortie du fumier doit se faire le plus directement possible.

Tous ces groupes de bâtiments peuvent tenir autour d'une cour unique ou exiger plusieurs cours attenantes, spéciales, suivant le moins ou plus d'importance de l'exploitation.

On diminue les chances d'incendie en séparant les bâtiments l'un de l'autre; et la surveillance est assurée si le logement du chef d'exploitation a vue sur l'intérieur de toutes les cours.

Pour une petite exploitation, un seul rang de bâtiments (*fig.* 1) dont fera partie l'habitation du cultivateur suffit. La cour est d'un seul côté, et autant que possible un chemin longe l'autre face. Dès que les bâtiments dépasseraient ainsi une longueur de 18 mètres, on devra les disposer sur deux rangs.

Deux combinaisons sont alors possibles : les deux rangs seront parallèles et séparés par la cour; les logements d'animaux et l'habitation formant le rang le mieux exposé; la grange, les hangars, le rang opposé qu'ils abriteront des vents (*fig.* 2); ou bien les deux rangs seront d'équerre si l'exposition l'exige (*fig.* 3) : dans ce cas il convient de faire une coupure dans l'angle pour diminuer les chances d'incendie. Lorsque l'ensemble des bâtiments donnerait ainsi deux rangs de plus de 18 mètres chacun, on fera trois rangs placés en forme de T, et isolés l'un de l'autre par des hangars, faciles à couper en cas d'incendie (*fig.* 4), ou ce qui est presque toujours plus convenable, en double équerre (*fig.* 5), en-

tourant aussi une cour unique sur trois côtés et isolés de même. Si l'exploitation exige plus de trois rangs de 18 mètres chacun, on fera quatre rangs, formant les quatre côtés d'une cour (*fig.* 6), ou les trois côtés de deux cours contiguës (*fig.* 7), ce qui spécialise mieux les travaux. Pour une exploitation plus importante on peut être entraîné, pour ne pas donner à une cour unique une étendue trop considérable, à faire deux ou trois cours (*fig.* 8 et 9), et enfin à la dernière limite trois ou quatre cours (*fig.* 11). Dans le cas de grande exploitation, l'ingénieur doit chercher à grouper autour de chaque cour les bâtiments ayant les plus fréquents rapports entre eux. Les entrées peuvent être spéciales pour chaque cour; les unes ouvertes à certaines époques seulement, et une entrée principale sous la surveillance du directeur de l'exploitation. Enfin, pour la plus grande étendue possible, on fera des bâtiments doubles en profondeur, et même pour des exploitations moyennement grandes, lorsque l'emplacement dont on dispose sera de grandeur restreinte.

La diversité des circonstances culturales suivant les nations, les climats et les spéculations rend bien difficile le dégagement des principes généraux; ce qui précède paraîtra peut-être un peu vague; mais tout deviendra clair lorsque nous aurons pu donner un ou plusieurs exemples des cas principaux.

Les fermes anglaises pour moyennes ou grandes exploitations satisfaisant assez bien au premier principe, nous commencerons notre examen des plans de ferme par les modèles anglais les plus renommés. Les trois fermes dont nous donnons les plans détaillés dans les planches IX, X, XI et XII, ont été publiées par M. James Newlands, architecte anglais. Nous allons en faire la description et la critique.

La première disposition d'ensemble (*fig.* 12, 13 et 14, Pl. IX), est celle d'une ferme à moutons, pour 81 hectares environ dont 40 à 60 hectares seulement sont en culture, le reste en pâturages. L'habitation du fermier est, comme cela se présente fréquemment en Angleterre, en dehors de la cour de ferme et n'est pas indiquée sur le plan.

*Bétail logé.* 6 chevaux dont 4 pour travaux des champs et 2 pour le cabriolet ou la selle; 4 vaches avec leurs veaux; deux truies avec leurs jeunes ou une truie et deux jeunes porcs d'engrais et environ 170 moutons de divers âges; en outre un petit poulailler peut recevoir de 60 à 90 poules.

*Matériel logé.* 2 charrettes, 1 cabriolet, 2 ou 3 charrues, 1 rouleau, 3 herses, 1 houe à cheval, etc.

*Récoltes logées.* 37,500 kilog. de gerbes en grains, soit environ la récolte de 7 hectares de céréales : le surplus est mis en petites meules derrière la grange. La paille, au fur et à mesure du battage au fléau dans la grange, remplace les gerbes battues; 24,000 kilog. de racines, ou la récolte d'un hectare environ : le surplus étant en silos au bord des champs ou restant en terre pour y être consommés sur place par les moutons; 6,000 kilog. de foin, ou environ la récolte de deux hectares au plus.

Enfin une cuisine servant à la cuisson des racines et autres préparations d'aliments pour les vaches et les porcs, et une chambre servant de

magasin pour les toisons, à côté d'un petit grenier à grains faisant suite à la grange.

Voyons maintenant le principe de disposition adopté. Tous les bâtiments sont simples en profondeur, et leur développement total est d'environ 100 mètres sur une profondeur de 4 à 5 mètres. Aussi, comme nous l'avons indiqué en principe, ils forment les quatre côtés d'une cour; cette cour a été divisée en deux portions à peu près égales par un mur de 1m,50 de hauteur, la première est la cour de *service général ou de travail* autour de laquelle sont les bâtiments dont le service est important et permanent.

Les céréales sont engrangées de l'extérieur de la cour par les portes et les fenêtres de la grange, et au besoin par la face intérieure. La grange et le hangar à charrettes avec grenier servent d'abri contre les vents pluvieux. Après le battage des gerbes, la paille est emmagasinée dans la portion A de la grange, et c'est de là qu'elle est portée aux écuries, vacheries et bergeries; le *pailler* est ainsi à égale distance des logements d'animaux : le grain séparé de la paille est conservé dans une petite chambre située au-dessus du hangar à charrettes. Les chevaux de travail sont placés contre le hangar à charrettes et à instruments; le fenil entre les deux écuries qu'il doit alimenter surtout et assez près de la vacherie, mais loin de la bergerie; il est vrai que le trajet, s'il est un peu long, est direct et que la cour principale du bétail est sous la direction d'un berger. Les harnais sont derrière les chevaux mêmes, dans les écuries.

La remise pour le cabriolet s'ouvre au dehors de la cour, comme l'écurie des chevaux de selle, la cuisine des bestiaux et le poulailler; ces trois parties sont en regard de l'habitation dont elles forment pour ainsi dire des dépendances; mais le fenil peut communiquer à la petite écurie par un guichet percé dans le mur de séparation et non indiqué sur le plan. La vacherie est aussi sous la surveillance assez directe de la fermière, de même que les loges à porcs, plus éloignées de l'habitation, cependant, à cause de leur mauvaise odeur.

La cuisine du bétail est percée d'une grande baie charretière permettant de décharger directement un tombereau de pommes de terre ou de racines, ce qui évite la main-d'œuvre de transbordement, etc. Le poulailler, placé entre la vacherie et la cuisine, est par conséquent chaud en hiver, ce qui est essentiel pour la volaille.

Les loges à porcs sont alimentées du dehors pour la nourriture, et de l'intérieur pour la *paille-litière*.

Les hangars à bétail qui forment deux côtés de la seconde cour reçoivent des moutons lorsqu'ils forment la principale spéculation animale comme ici, et seulement à certaines époques de l'année; mais ils pourraient servir pour des bœufs tout aussi bien. Cette deuxième cour reçoit le bétail qui ne rentre dans les hangars que la nuit ou pendant les mauvais temps; elle sert d'entrepôt pour le fumier, qui est ainsi piétiné par les animaux laissés libres. On peut y répandre, outre le fumier provenant des logements d'animaux, des débris végétaux, bruyères, etc., pour augmenter la masse des fumiers. Cette cour est donc pour ainsi dire la cour

à fumier; les transports qui en dépendent sont temporaires; la spécialisation des deux cours est donc bien nette.

Au point de vue français, cette disposition de ferme pèche en ce que la surveillance dans l'intérieur de la cour principale et vers l'écurie surtout est assez difficile. La cour de service elle-même est un peu trop étroite pour la tournée des véhicules.

*Dimensions des diverses parties. Logement des animaux. Écurie* des 4 chevaux de trait, 7 mètres sur 5$^m$, 5 ou au moins 5$^m$, 1. *Écurie* des 2 chevaux de selle, 3$^m$,75 sur 5$^m$,1 à 5$^m$,5 de profondeur. *Vacherie* pour 4 vaches, 4$^m$,75 sur 5$^m$,5 de profondeur, y compris un couloir devant l'auge. *4 cases à veaux* de 1$^m$,33 en carré chaque, qui avec leurs deux couloirs occupent 2$^m$,70 de largeur sur 5$^m$,5 de profondeur. *Hangars à bétail :* le premier 24$^m$,6$\times$ 1,20; le second 13$^m$,3$\times$4,20. *Porcherie :* 2 loges de 3$^m$$\times$2$^m$,5 chacune. *Poulailler* 2$^m$,33$\times$5$^m$,5.

*Bâtiments pour récoltes. Grange à battre* avec grenier : 9$^m$ $\times$5$^m$,5. *Pailler* 6$^m$ $\times$ 5$^m$,5. *Fenil* 3$^m$,5 $\times$ 5,5.

*Entrepôt des racines.* 5 mètres $\times$ 4$^m$,20.

*Bâtiments pour le matériel. Hangar à véhicules :* 6$^m$,2 $\times$ 5$^m$,5. *Hangar à instruments agricoles :* 4 mètres $\times$ 5$^m$,50. *Remise de cabriolet :* 3$^m$,6 $\times$ 5$^m$,5.

*Bâtiment de service. Cuisine du bétail.* 5$^m$,70 $\times$ 5$^m$,5.

*Cours. Cour de service :* 12$^m$,40 $\times$ 22 mètres avec une avant-cour de 6 mètres $\times$ 4$^m$,5, faisant suite à l'entrée de 3$^m$,55 de large.

*Cour à bétail :* 15$^m$,5 $\times$ 19,80 avec une avant-cour de 6 $\times$ 7 $\times$ 3$^m$,5 faisant suite à une entrée de 2$^m$,55 de large.

*Cours des porcs.* Chacune a 3 mètres sur 3 mètres.

Les trois figures sont à l'échelle de 2,5 millimètres pour 1 mètre ou à 1/400. Dimensions totales 52$^m$ $\times$24,65. Surface couverte 652$^{m^2}$.

*Plan de ferme,* n° 2. Ferme anglaise mixte de 61 hectares, partiellement en culture et en pâture. La disposition de cette ferme a quelques rapports avec la précédente, mais elle est notablement plus étendue. Elle est donnée en plan et élévation dans les figures 15 et 16, planche X.

La grange à battre reçoit par son mur extérieur percé de 3 fenêtres les gerbes à battre provenant de la cour des meules située de ce côté; la batteuse est mue par une roue hydraulique ainsi que le hache-paille, et, de cette roue, des arbres de couche ou des câbles métalliques peuvent conduire les hache-paille et concasseurs placés dans le fenil proche l'écurie, et un coupe-racines placé dans l'étable d'engrais. Toutefois cette dispersion des machines de préparation est fâcheuse.

La paille battue non hachée est emmagasinée dans un grand bâtiment faisant suite à la grange et à portée des écuries, vacheries, étable et hangars à bétail. La cuisine des animaux est isolée au centre de la cour de service pour diminuer les chances d'incendie, et un appentis y adossé sert de dépôt de racines ou pommes de terre. L'entrée principale est en A; si donc l'habitation est placée en vue de cette entrée et près de l'angle B, la surveillance peut atteindre la presque totalité des services. Dans un

angle de la cour de service se trouvent les hangars à charrettes et à instruments, et à côté une chambre aux outils; l'écurie est peut-être un peu loin de ces bâtiments. Le poulailler fait suite à la chambre aux outils et ouvre sur la cour.

A droite de l'entrée se trouve l'atelier de réparation, puis l'écurie pour deux chevaux de cabriolet; ensuite la remise ouvrant à l'extérieur, et enfin dans l'angle le logement du taureau, suivi d'une cour qui sert aussi pour les veaux, dont le logement vient à la suite et renferme 9 cases; la vacherie qui fait suite est destinée à 10 vaches. Le dernier bâtiment complétant l'enceinte de la cour de service est l'écurie des chevaux de trait, au nombre de 6.

Une cour à bétail de *croît et d'engrais*, divisée en deux par un petit mur de 1m,50 de hauteur, est entourée sur deux côtés par des hangars pour les animaux, et sur une autre face par des dépôts de racines alimentés facilement de temps en temps par des tombereaux.

A la suite de la grange à paille se trouve un étable pour l'engraissement : d'un côté, un appentis servant de dépôt pour les racines y est adossé et alimenté à l'aide de tombereaux; enfin les 4 loges à porcs sont placées dans le prolongement de cette étable.

*Animaux logés*. 6 chevaux de travail, 2 chevaux de selle, 10 vaches, 9 veaux et 1 taureau, 10 bœufs d'engrais, 220 moutons ou 22 têtes de gros bétail, suivant la spéculation préférée; 4 truies mères avec jeunes ou 2 truies et 4 porcs d'engrais de divers âges, enfin de 100 à 150 poules.

*Récoltes logées*. Environ 30,000 kilogr. de gerbes, ou la récolte d'environ 6 hectares ou une meule, le reste des gerbes en meules derrière la grange; 20,000 kilogr. de racines dans l'étable, et 30,000 dans les dépôts des cours à bétail, le reste en silos dans les champs ou restant en terre pour les moutons. Sur le hangar à véhicules et instruments se trouvent les greniers à grains, chambre à laine, etc.

*Dimensions des bâtiments. Logements des animaux*. Écurie pour 6 chevaux, $11^m,8 \times 5,7$; pour 2 chevaux de selle, $3^m,4 \times 5,9$; vacherie pour 10 vaches, $12,8 \times 5,8$; veaux (9) $4,8 \times 5,80$; taureau, $4,8 \times 5,9$; bœufs d'engrais, $12,4 \times 8^m,0$; hangar à bétail de croît, $(11,7 + 16,1 + 18,7) \times 4,80$; porcherie, 4 loges de $2^m,6 \times 2^m,8$ chacune; poulailler, $5^m,9 \times 3^m,10$.

*Bâtiments pour récoltes*. Grange à battre, $11 \times 5,8$; pailler, $18^m, \times 4^m,4$; fenil, $3,9 \times 4,75$; places pour racines, $(11^m,8 + 6 + 6^m) \times 2,1$ à découvert; $3,2 \times 6,9$ à couvert, contre la cuisine; et $12,4 \times 2^m$, dans l'étable d'engrais.

*Bâtiments pour le matériel*. Hangar à véhicules, $11^m, \times 5^m,2$, (3 charrettes); hangar aux instruments, $6,3 \times 5,2$; chambre à outils, $3,4 \times 5,8$; remise pour cabriolet, $3,7 \times 5,95$.

*Bâtiments pour le service*. Escalier du grenier, $1^m,8 \times 5^m,20$; roue hydraulique, $8,1 \times 2,7$; hache-paille, $2,6 \times 5$; atelier de réparation, $5,3 \times 5,9$; cuisine du bétail, $5^m \times 6,9$.

*Cours*. Cour de service général, $26^m, \times 19^m$, moins la place de la cui-

sine, $9,4 \times 7,76$; chemin de service de A à Z $(44,7+6,7) \times 6^{m}$; cours à bétail, $2 \times 16 \times 11,8$; cours des porcs, 4 de $2,6 \times 2,8$ chacune; surface totale, 2,576 mètres carrés dont 1,295 couverts.

Ce plan est compacte, mais sans symétrie; il n'y a ni latrines, ni fosse à purin, et la cour de service est peut-être un peu trop rétrécie dans une grande partie de son étendue. La surveillance est aussi assez difficile.

Le plan nº 3, pl. XI et XII (fig. 17, 18 et 19), a été fait pour une ferme mixte de 122 hectares (culture et pâturage), située dans le voisinage d'une ville et pouvant être fermée complétement. Plus importante que les précédentes, elle est encore faite suivant les mêmes règles, mais elle est d'un aspect beaucoup plus agréable; il y a même, on le voit, une apparence de symétrie. Elle appartient à la disposition type de la figure 8 (pl. IX), avec l'addition d'un rang de bâtiments devant les 3 cours. Seulement les 3 cours sont inégales et plutôt carrées qu'allongées, ce qui est préférable du reste. Il eût été plus convenable de faire les 3 cours symétriques, en portant la ligne de bâtiments C en D. L'enceinte ponctuée D représente deux hangars d'équerre qui peuvent être ajoutés pour compléter la ferme au besoin.

La cour de service général est au centre : sur sa face nord ou nord-ouest se trouve la grange à battre avec une chambre d'appareils mécaniques pour la préparation des récoltes, et un hache-paille à l'opposé; derrière la grange, le moteur à vapeur. Ainsi, sur un côté de la cour de service, se masse tout ce qui sert à la manutention des produits végétaux. Le magasin pour la paille battue est à gauche de la cour de service, et se trouve, par suite, très-près du bétail de cour, des chevaux de travail et de selle, mais un peu loin de la vacherie. De nombreuses baies permettent de charger la paille aux divers points de la longueur de ce bâtiment. Sur la troisième face de la cour de service, à droite, le hangar à véhicule et aux instruments, et la chambre aux outils. Enfin, en face de la cour de service, au milieu du grand rang de bâtiment, se trouve la cuisine des animaux et le poulailler, entre les deux entrées couvertes de la ferme. On voit donc qu'autour de la cour de service se trouvent tous les bâtiments où le travail est le plus actif et le plus constant. A gauche, une cour spéciale servant de parquet au bétail d'élève et de croît est limitée d'un côté par l'écurie des chevaux de trait, et une infirmerie pour les divers animaux malades, avec cour spéciale annexée, isolant ainsi complétement les bêtes malades, nécessité pour une grande ferme. Sur une autre face, un hangar d'abri pour le bétail de croît ou d'élève; sur un troisième côté, isolé par un large passage, sont le fenil, les chevaux de cabriolet, la sellerie, la remise, et un logement pour les domestiques principaux, à portée d'exercer une active surveillance de ce point sur les trois cours.

La troisième cour, divisée en deux, et fort exiguë, sert de parquet aux veaux et aux élèves; elle est entourée d'un côté par le hangar-abri pour les veaux et élèves; d'un second côté, par la vacherie; et du troisième, par les loges et cours à porcs. Enfin, en face de la vacherie, est une *box* pour le taureau, avec cour spéciale attenante; en face de la troisième

cour, l'atelier de charronnerie ou de réparation des instruments, et un grand magasin pour les pommes de terre ou racines destinées à la vente.

Deux latrines sont indiquées sur le plan, ainsi qu'une citerne E, pour recueillir tous les purins arrivant par des drains ou conduits souterrains indiqués en ponctué.

Au centre de la cour de service est un réservoir placé sur une petite tour circulaire entourée à sa base d'un abreuvoir alimenté par le trop plein du réservoir qui lui-même peut être entretenu par une pompe mue par la machine à vapeur.

Il manque à ce plan un peu de symétrie; une séparation plus nette des rangs de bâtiments permettant leur expansion et diminuant les chances d'incendie. Les bâtiments sont cependant mieux groupés que dans les deux premiers plans, et il ne serait pas difficile d'améliorer cette disposition à tous les points de vue. On remarquera une particularité de service : les meulons de gerbes sont posés sur chariot, et par chemins de fer viennent se placer dans la voie creuse centrale, sur un *truc* qui les conduit à la grange même, sans transbordement coûteux de main-d'œuvre, et de perte de grain, surtout s'il doit être fait pendant la pluie.

J. A. GRANDVOINNET.

(*La suite prochainement.*)

---

# LE BATEAU CIGARE.

Dans le courant du mois de janvier dernier, on a mis à l'eau, des chantiers de M. Hepworth, dans l'île des Chiens, le yacht Wynan, plus connu sous le nom de *bateau cigare*, à cause de la forme de sa coque. Le journal *the Engineer* donne quelques détails au sujet de ce navire, et nous croyons intéresser nos lecteurs en les résumant ici.

L'idée de construire un navire affectant la forme du cigare est due à MM. Wynan frères, ingénieurs américains bien connus par les chemins de fer dont ils se sont occupés en Russie et aux États-Unis. MM. Wynan ont pour but, en donnant la forme d'un fuseau circulaire à un navire, de réunir à la fois les qualités de vitesse, de sécurité, de confort et d'économie. D'après l'auteur de l'article paru dans l'*Engineer,* la principale résistance à vaincre par les machines d'un steamer est celle due au frottement de l'eau sur la surface immergée de la coque. Or, dans le cas de navires construits suivant les règles ordinaires, il arrive que cette surface varie considérablement avec le niveau de la flottaison. Ainsi l'avant des navires effilés, loin de se soutenir par sa légèreté spécifique, apporte une charge considérable près de la poupe, et la surface de frottement est hors

de proportion avec la capacité de la partie de la coque qui en ce point est formée par l'assemblage de beaucoup de pièces de bois. On peut proclamer à l'avantage de la forme en fuseau circulaire sans quille, que pour une capacité donnée elle présente moins de surface que toute autre forme précédemment adoptée dans la construction des navires. C'est ainsi que l'on peut espérer gagner en rapidité puisque la résistance est moindre.

En ce qui concerne la sécurité, MM. Wynan ont adopté la division de leur navire en une nombreuse série de compartiments séparés les uns des autres par des cloisons étanches. Comme le navire en forme de fuseau ne présente pas de bordages plats au choc des vagues, celles-ci rencontrent toujours une partie en arc de cercle et tendent à se diviser en perdant de leur force. De plus, des dispositions sont prises pour obtenir une fermeture hermétique des écoutilles et de toutes les ouvertures faites à la coque du navire; il n'y a pas de danger que l'eau y pénètre, et cela à un point tel que le navire pourrait, dans un mauvais temps, rester submergé de plusieurs pieds sous l'eau pendant un quart-d'heure sans inconvénient pour les personnes qui seraient à bord. Cependant il faut dire que le navire n'est pas destiné à la navigation sous-marine; ses constructeurs, au contraire, veulent qu'il flotte aussi souvent que possible, mais qu'il ne soit pas endommagé ni en danger d'être submergé dans le gros temps.

Quant au confort, tout a été réuni pour le réaliser aussi bien que possible.

Le navire qui vient d'être lancé dans l'île des Chiens est le quatrième établi sur le même principe.

Il a été construit dans une position horizontale sur un chantier formé de fortes pièces de charpente reposant sur un plan incliné, de manière à ce que le navire et la charpente pussent glisser ensemble pour la mise à l'eau. Au moment du lancement, la charpente se sépara du navire, qui prit un léger mouvement de roulis. Deux remorqueurs le conduisirent dans le dock où il doit recevoir ses deux gouvernails, ses hélices, puis après quelques essais, il prendra la mer.

Le tableau ci-dessous indique la largeur totale et le diamètre au milieu des quatre navires déjà construits par MM. Wynan.

| | Longueur totale. | Diamètre au milieu. |
|---|---|---|
| Le premier, construit à Baltimore en 1858. | 71m 62 | 4m 88 |
| Le deuxième, construit à Saint-Pétersbourg. | 21 34 | 2 74 |
| Le troisième, construit au Havre. . . . . . . | 21 95 | 2 74 |
| Le quatrième, construit à l'île des Chiens. . | 78 03 | 4 88 |

Dans le premier navire, la coque se composait de deux parties identiques en forme de pain de sucre, réunies par une sorte de manchon d'un diamètre de 7 mètres 76 dans lequel se mouvait l'hélice, qui avait 7 mètres 70. Mais ce manchon offrait une grande surface de frottement, bien qu'on ait obtenu une vitesse de 27 kilomètres 76 à l'heure.

On construisit à Saint-Pétersbourg un second navire dans lequel le propulseur fut placé à l'arrière et était complétement immergé; une vieille machine locomobile donnait le mouvement. On atteignit la vitesse de 9 nœuds. Mais l'hélice se détériorait sur les bas fonds. On tenta un troisième essai chez MM. Nilus et fils. Ce bateau fut disposé pour des expériences; il fut muni de quatre hélices qui pouvaient fonctionner ensemble, deux à deux, ou séparément, immergées complétement ou non. La machine motrice était à haute pression.

C'était un bateau d'expériences qui jaugeait 33 tonneaux.

Enfin le quatrième bateau fut commencé il y a deux ans.

Ce navire a été construit aussi solidement que possible; il jauge 500 tonneaux. Son tirant d'eau, sans charge, est de 2 mètres 44, et de 3 mètres 20, avec les approvisionnements et dix jours de charbon (175 tonnes).

Sa forme est celle d'un fuseau circulaire qui va en s'amincissant du milieu vers les extrémités; aucune partie de la coque n'est cylindrique ni conique.

La partie inférieure de la coque est en tôle de 1.6 centimètres d'épaisseur et la partie supérieure en tôle de 1.26 centimètres, fournie par MM. John Brown et Cie.

Tous les joints sont faits à double et triple rang de rivets.

La coque proprement dite a 68 mètres 27 de longueur et 1 mètre 22 de diamètre aux extrémités, qui consistent en des disques de fonte avec de solides nervures, sur lesquelles sont clouées les parois de la coque par trois rangs de rivets; ces plaques portent le stuffing box à travers lequel passe l'arbre moteur de l'hélice, en acier Krupp. Sur ces mêmes disques sont fixées les parties portant les coussinets de l'arbre de l'hélice, et enfin une sorte de cône creux qui tourne avec l'hélice en emboîtant les supports en question.

La coque est renforcée et roidie : 1° par treize cloisons étanches verticales en fortes plaques d'acier; 2° par deux planchers, un à l'avant, l'autre à l'arrière de la chambre des machines, formant en tout vingt-et-un compartiments étanches; 3° par les bâtis de la machine; 4° enfin, par des nervures en fer creux et en cornières disposées à peu de distance les unes des autres.

Le premier compartiment, à l'arrière, contient l'attache du gouvernail et sa roue; ce compartiment n'est pas divisé par un plancher pas plus que le compartiment suivant qui contient les coussinets de l'arbre de l'hélice et qui sert à l'arrimage de provisions de diverses natures. Le quatrième compartiment a un pont à 51 centimètres environ au dessous de l'hélice, qui occupe l'axe du navire; ce compartiment est pourvu des cadres nécessaires pour quatre hommes ou enfants. Il est réservé aux mécaniciens et porteurs de charbon.

Ensuite vient une pièce de réunion de 4 mètres 57 sur 3 mètres 35 près de laquelle sont les cabines du capitaine et des officiers. Le compartiment des chaudières et celui des machines sont adjacents. Après les machines se trouve le grand salon de 7 mètres 61 sur 4 mètres 57; à la suite, les chambres des passagers, la cabine de l'équipage avec les cadres pour

huit ou dix hommes. Une partie de cet espace est occupé par le cabestan des ancres; il correspond d'ailleurs à celui occupé à l'arrière par les chauffeurs. Enfin, un compartiment sans pont pour les provisions et un dernier compartiment pour le second gouvernail (le navire en a deux et deux hélices) comme à l'arrière.

Tous ces compartiments sont munis de portes métalliques battant sur des bandes de caoutchouc formant fermeture hermétique quand il y a lieu.

Les ouvertures des portes des deux derniers compartiments, à chaque extrémité, n'ont que les dimensions suffisantes pour laisser passer un homme, mais les autres ont 1 mètre 80 de hauteur.

La provision de charbon est au dessous du plancher des cabines et salons, ce qui présente l'inconvénient de nécessiter une certaine main-d'œuvre pour l'amener aux chaudières.

Au dessus du navire, affleurant la partie la plus élevée, est une plate-forme formant pont, soutenue par des espèces de murailles à jour en tôle. Elle a 3 mètres 35 de large au milieu et 39 mètres 62 de longueur, et est entourée d'une balustrade de 0 mètre 90 de hauteur formée d'une lisse soutenue par des balustres en bronze poli.

L'avant de cette plate-forme se relève légèrement et porte l'Aigle américaine sculptée et dorée. C'est sur cette plate-forme que débouchent aussi les escaliers conduisant dans l'intérieur du navire, et les ouvertures de ces escaliers sont munies de moyens de fermeture hermétiques, comme les compartiments eux-mêmes.

On a prétendu, dit l'auteur de la note, qu'en cas d'avaries à la machine, le navire serait le jouet des vagues et ne pourrait se diriger. Cette opinion n'a pas de fondement. Outre les deux cheminées, la plate-forme porte deux mâts télescopiques susceptibles de porter autant de voiles que les steamers ordinaires. Les parties de ces mâts sont en tôle ressemblant assez à deux cheminées supplémentaires. La partie supérieure de ces tubes, en fonte et en forme de chapiteau, porte deux poulies sur lesquelles passent des chaînes qui s'attachent à la partie inférieure d'un autre tube creux en tôle qui constitue le haut du mât. Quand on lâche les chaînes, le mât rentre dans sa base; au contraire, en tirant sur les chaînes, il remonte, et en amarrant les chaînes sur la coque, on le fixe dans une position stable. Cette disposition est aussi simple qu'élégante.

Le manque d'espace nous force à négliger d'autres détails intéressants relatifs au *bateau cigare*, qui, pour le moment, est l'objet de nombreuses discussions chez nos voisins d'outre-Manche et chez les Américains.

C. T.

---



# AMÉLIORATIONS PROPOSÉES

DANS

# LE PUDDLAGE ET LE LAMINAGE DU FER.

INSTALLATION DE RACHECOURT, PAR M. DE MASTAING.

— BEALE A ROTHERHAM. —

THAMES IRON WORKS.— BUTTERLEY ET COMPAGNIE.— PROCÉDÉS HENVAUX.

PAR M. **AUSCHER**, ingénieur civil.

---

L'étude que nous insérons aujourd'hui dans les *Annales du Génie civil*[1] nous paraît offrir un intérêt d'actualité. A aucune époque, les maîtres de forge de notre pays n'ont été aussi intéressés qu'aujourd'hui à être exactement renseignés sur les progrès de la métallurgie. Les idées de M. Henvaux, ancien chef de fabrication à Couillet, ont un caractère essentiellement pratique, et, au risque d'être aride, nous avons cru devoir entrer dans les détails de la nouvelle méthode. Les innovations de Rachecourt sont dues à deux anciens élèves de l'École centrale. Elles peuvent être exécutées dans bien des cas, et elles prennent leur point de départ dans des considérations théoriques aujourd'hui parfaitement justifiées. Les usines anglaises, citées en dernier lieu, ont acquis une réputation spéciale dans les questions de laminage des plaques de blindages. Leurs procédés méritaient donc une description détaillée.

EUG. LACROIX.

---

### LAMINOIRS DE RACHECOURT.

Les dispositions consistent dans un nouveau système de bascules qui permet de remplacer facilement un coussinet cassé ou usé en un point quelconque du train et de faire sortir de la cage un cylindre en le remplaçant à volonté. Le desserrage des leviers à bascule qui agissent ici sur de larges surfaces a un avantage marqué sur l'emploi des vis de pression. On peut aussi serrer les coussinets pendant la marche, sans arrêt et sans que les ouvriers courent le danger de se faire prendre entre les manchons. Il faut souvent, en effet, faire coïncider les cannelures et, par suite, rapprocher les cylindres. L'on s'est aussi, dans l'organisation de Rachecourt, rendu compte du sens dans lequel les cylindres de laminoirs donnaient la pression sur les coussinets. Dans les triples cylindres, deux blocs s'usent inégalement, ou, pour mieux dire, deux parties opposées du coussinet du dessus et de celui du dessous; les deux intermédiaires s'usent également. Il est entendu que ces pressions horizontales s'opèrent dans un sens ou dans l'autre selon la direction du mouvement transmis.

1. Les *Annales du Génie civil* ont publié la description d'une machine à raboter les blindages de Thomson, avec une planche : 4e année, page 436.

Une question importante, résolue à Rachecourt, est celle de la plaque unique de fondation sur laquelle reposent toutes les cages. On obtient ainsi une fixité pour ainsi dire absolue et une très-grande stabilité, surtout si la plaque et les fondations sont parfaitement calculées.

Le graissage combiné du suif et de l'eau de savon en abondance a aussi une très-grande utilité, s'il n'est pas facile de visiter les paliers; pour l'arbre principal, on s'est servi ici de paliers graisseurs dont l'avantage est contestable, puisqu'on ne marche pas à très-grande vitesse. Cependant, toutes les fois qu'on a eu recours aux larges surfaces de frottements réunies à la lubrification la plus puissante, on s'en est bien trouvé. La transmission à l'arbre principal du laminoir est opérée par courroie et poulie-volant de 18 à 20,000 kil. On a eu longtemps la crainte que cette transmission très-coûteuse, au point de vue de la force absorbée, ne laissât glisser les courroies. Ceci peut précisément être considéré comme un avantage en cas d'accident ou d'excès de pression; d'ailleurs on évite ainsi les ruptures des volants et des engrenages et souvent des arrêts dans une fabrication qui produit des quantités considérables.

Les questions de chômages l'emportent sur la considération de la force employée en frottements. Ce système a d'ailleurs pour lui l'expérience acquise pendant dix années; il suffit de faire les calculs d'une manière conforme aux données pratiques pour utiliser d'une façon simple ce genre de transmission. Il peut cependant arriver quelques cas particuliers où la machine soit attelée directement sur l'outil; mais il faut alors faire marcher les pistons à une vitesse trop grande, surtout si les laminoirs sont puissants. Il en résulte des usures rapides, quoique d'un autre côté les réparations partielles des machines n'entraînent pas l'arrêt de toute l'usine. C'est une question délicate et qui mérite toute l'attention de l'ingénieur.

Convient-il de diviser la force en moteurs séparés autant qu'il y a d'outils, en se servant du condenseur unique et des pompes isolées, comme l'ont si heureusement proposé MM. Thomas et Laurens, ou bien est-il préférable d'avoir une machine complète desservant tous les ateliers? Les condensations de vapeur dans des tuyaux distincts sont-elles assez importantes pour que la question économique vienne entrer en ligne de compte? La division des chaudières ne permettrait-elle pas, avec l'emploi des vaporisateurs amovibles, de limiter la production de vapeur dans le cas de moteurs distincts?

Quoi qu'il en soit, nous avons cru utile de décrire les dispositions nouvelles de Rachecourt. Une question assez importante, au point de vue des accidents, nous a paru cependant moins complète que les autres: on a conservé les débrayages et embrayages à manchon qui obligent à faire faire à l'homme un certain effort, car avec un frottement assez considérable, il reste encore à parcourir un chemin correspondant à l'épaisseur du demi-manchon. Le débrayage instantané pendant un quart ou un demi-tour, au moyen d'une gorge hélicoïdale pratiquée dans le manchon et sur laquelle l'homme qui désembraye n'a à exercer qu'une pression di-

recte avec un levier, sans force à dépenser, a été employée utilement jusqu'ici dans quelques laminoirs.

## SYSTÈME HENVAUX.

Finage et puddlage combinés :

1° Production d'un fer de meilleure qualité,

2° Diminution du charbon consommé.

Nous trouvons en tête des publications que M. Henvaux a faites les deux avantages énoncés ci-dessus. Jusqu'à quel point sont-ils vrais? Existe-t-il dans la métallurgie du fer des procédés procurant à la fois les deux *desiderata* de toute bonne fabrication : l'économie du combustible et l'obtention de produits supérieurs ?

Avant que le puddlage seul existât dans les usines, on se servait de foyers d'affinerie. Le métal était fondu au contact du combustible solide et exposé à l'oxydation au moyen d'un jet d'air. Ce travail intermédiaire, supprimé aujourd'hui dans beaucoup de cas, au moins toutes les fois que les fontes sont de bonne qualité, ne revient pas en moyenne à moins de 4 à 5 ou même à 6 fr. les 100 kil. Dans le finage, on se sert principalement de charbon de bois qui ne contient pas les impuretés de la houille, charbon de bois qui se trouve ici directement en contact avec le métal. Cette opération, si elle ne peut rien pour les très-bonnes fontes, améliore-t-elle celles qui sont mauvaises et qui donneraient sans elle des fers rouverains, presque sans application industrielle?

Au point de vue général, le procédé doit éliminer le carbone de la fonte en partie par l'oxygène des gaz de la combustion, en partie par l'oxygène direct de l'air. Les scories sont des silicates de protoxyde de fer associés à des composés de protoxyde et de sesquioxyde de fer; le métal se trouve aussi débarrassé du soufre et d'une partie de la silice; mais il est d'une fusibilité bien moins considérable.

Les calculs suivants servent de base au système Henvaux.

ANCIENNE MÉTHODE.

| | |
|---|---|
| Fabrication ordinaire du fine-métal. . . . . . . . . | pour 100 kilog. |
| Consommation de coke. . . . . . . . . . . . . . . | 40 — |
| Déchet 15 à 18 p. 100. | |
| Prix de revient par 100 kil. . . . . . . . . . . . | 4 à 5 francs. |
| Durée d'une opération . . . . . . . . . . . . . . | 2 h. 1/2 à 3 h. |
| pour une charge de. . . . . . . . . . . . . . . . | 1,500 kil. |

NOUVELLE MÉTHODE.

| | |
|---|---|
| Fontes impures. . . . . . . . . . . | Déchet 5 à 6 p. 100. |
| — pures. . . . . . . . . . . . | — 2 à 3 p. 100. |

Coulage direct au four à puddler.

Durée d'une opération au four à puddler. . 40 à 50 minutes.

Consommation du charbon :

60 kil. pour la fusion de 100 kil.

60 kil. pour l'opération proprement dite du puddlage.

1° Comme on n'a pas de porte ouverte pendant le chargement, on ne refroidit pas inutilement le four.

2° La fonte n'est plus enfournée froide, et, par suite, produisant des variations de température assez brusques pour occasionner des dilatations et des contractions très-préjudiciables à l'entretien de la masse de briques. Le système à foyer d'affinage spécial permet, au contraire, au four à puddler de conserver une température uniforme, et, comme il évite les refroidissements, on use moins de combustible et on a des réparations moins fréquentes.

Les coups de feu, qui peuvent même par la fusion des briques mélanger du laitier avec le bain de fonte et le rendre impur dans le puddlage, deviennent à peu près impossibles.

*La finerie, système Henvaux, se compose d'un simple four de fusion dont le foyer est identique à celui d'un ancien four à finer. Un ventilateur à plusieurs tuyères doit permettre la fusion de 1,000 kil. à l'heure, quantité suffisante pour desservir quatre fours à puddler en une heure, dont chacun produit environ 200 kil. Au bout de vingt minutes, l'opération peut être terminée dans le four à puddler, surtout si le métal a été purifié dans le foyer d'affinage par l'addition de chaux et d'oxyde manganésifères.*

La fusion peut se faire dans un cubilot; mais les laitiers corrosifs l'attaquent rapidement, et au bout d'un temps très-court, il est détruit. Aussi la construction de l'appareil doit-elle se rapprocher, autant que possible, de celle de l'ancien foyer d'affinage. Cependant l'auteur a, dit-il, au moyen du cubilot, obtenu avec un ventilateur à deux tuyères, 1,000 kil. de fer en dix fournées, en dix heures de temps. Le métal était de très-bonne qualité.

Le système appliqué à l'affinage au charbon de bois doit produire 4,000 kil. de métal en vingt-quatre heures, tandis que l'ancienne méthode ne donne que 500 kil. dans le même temps. L'auteur s'est servi de fonte, de charbon de bois, castine (10 kil.), et quelques scories de laminoir, en raison de la trop grande fusibilité du métal. Il envoya la charge du cubilot dans le four à puddler au moment où le feu ne dégageait plus de fumée. L'opération entière dura soixante-cinq minutes, et le résultat fut favorable. Le fer à grains produit était si supérieur au meilleur fine-métal puddlé, qu'on replia la barre sur elle-même avec un marteau-pilon de 2,000 kil., mais sans pouvoir la casser aux marteaux ordinaires. Les dimensions étaient de 0,10, sur 0,025. Il n'y eut ni cassures ni gerçures pendant toutes les épreuves que l'on fit avant d'examiner la texture.

En résumé, le système nouveau est fondé :

1° Sur l'emploi d'un foyer d'affinage au coke ou au charbon de bois, pour y opérer la fusion SANS LA DÉCARBURATION des fontes, au coke ou au bois, à l'air chaud ou à l'air froid;

2° Sur le dégagement des substances nuisibles au moyen d'agents dits de purification;

3° Sur le coulage desdites fontes dans le four à puddler;

4° Sur le puddlage ordinaire de ce genre de fine-métal.

Les produits devront être de qualité supérieure;

La consommation de charbon réduite;

La production journalière doublée.

Au point de vue de la construction, le trou de coulée doit être plus élevé que le seuil des fours à puddler. Cependant les charges peuvent être coulées dans des poches au moyen desquelles on les verse dans le four, lorsque les localités ne permettent pas d'installer avec facilité le foyer d'affinerie sur un massif élevé en maçonnerie, qui soit à une hauteur suffisante pour que le déversement dans tous les fours se fasse naturellement aussitôt après l'ouverture des registres. Il est évident qu'on peut laisser dans le fourneau de coulée le métal un temps plus ou moins long, selon que l'on veut produire tel ou tel phénomène. Les variations de la température et de la production des gaz combustibles dont on est maître permettront aussi d'arriver à des degrés de décarburation plus ou moins prononcés, selon la manière dont l'opération sera conduite.

Enfin on pourra varier à volonté les agents de purification qu'il s'agira de choisir, selon la qualité première du produit du haut fourneau que l'on traitera. Pour se débarrasser de la fumée et du soufre qui proviennent du combustible du four à puddler, M. Henvaux a proposé d'employer derrière chaque appareil, à la hauteur du feu, un tuyau de vapeur à haute pression, qui rendrait le foyer fumivore et brûlerait le soufre. On emploierait de la même manière des jets de vapeur sur le bain de fonte liquide dont on accélérerait ainsi la purification et qu'on pourrait débarrasser du soufre qu'il contiendrait encore. L'opération est aussi destinée à accélérer l'affinage.

### *Conduite des robinets.*

Le premier s'ouvre au moment de la mise en feu, et deux ou trois fois pendant la journée, selon l'incandescence du charbon plus ou moins complète. Les robinets des voûtes opèrent trois ou quatre fois le brassage supérieur du métal à chaque fournée.

La description précédente montrera à nos lecteurs que quelques-unes de ces indications, pour améliorer la métallurgie du fer, peuvent être soumises à une étude sérieuse. Elles présentent un avantage incontestable : c'est que tous les ouvriers puddleurs peuvent, sans nouvelle instruction à acquérir, conduire les foyers de coulée absolument comme les fours.

Elles permettront d'utiliser dans les foyers de finerie de l'air chaud ou de l'air froid à volonté, quoique l'utilisation de l'air chaud puisse encore diminuer la durée de l'opération, et conduire peut-être aussi à des économies notables. Nous croyons peu à l'action de la vapeur pour obtenir des fers sans soufre et pour arriver à une fumivorité absolue des foyers. D'ailleurs, les tuyaux de conduite dont on se servirait ne résisteraient pas longtemps à l'action des hautes températures qui sont produites dans les fours à puddler. Toute la question se ramène du reste à un bon brassage effectué par les ouvriers et à la bonne formation des loupes, sans que les déchets atteignent un chiffre trop élevé. Or, l'action de la vapeur à haute pression ne produirait autre chose que sa décomposition sur la voûte du four, et peut-être l'*oxydation de certaines parties*

*métalliques.* Le moindre mal serait celui de la recomposition des gaz décomposés, ou leur départ sans action aucune dans la cheminée.

Une autre considération avantageuse réside dans l'emploi possible du système dans toutes les usines existantes. sans grandes modifications ni dépenses importantes.

A ce point de vue, et en tenant compte de la situation que le traité de commerce a faite à notre industrie métallurgique, on ne peut méconnaître que toute amélioration se présentant dans de pareilles conditions est digne d'être examinée. Le ventilateur peut, en effet, marcher avec les machines qui actionnent les laminoirs, et il suffit d'un seul four de coulée pour desservir quatre et même cinq fours à puddler. L'entretien des tuyères et des fours, s'ils sont construits dans le système des bâches à eau, n'est pas plus considérable que celui des fours ordinaires. Aucune difficulté nouvelle n'est apportée au brassage, et les opérations du bouillonnement et de l'avalage se continuent de la même manière qu'anciennement. Le brassage mécanique peut au besoin, et s'il justifie les espérances qu'il a fait naître, être ajouté à ces améliorations.

L'addition de matières étrangères dans le four de coulée ne réussit qu'avec un soin excessif et en faisant un choix minutieux et des dosages nombreux. Aussi n'espérons-nous pas que de ce côté l'amélioration présente une grande importance, quoique l'avantage signalé n'existe pas dans le four à puddler. Mais où les idées précédentes touchent à des questions du plus haut intérêt, c'est lorsqu'il s'agit de l'économie de combustible et de la qualité supérieure du produit qu'elles devront amener presque sûrement. Elles reviennent, du reste, sur certains points trop oubliés, car si le finage a été délaissé, c'est surtout parce que le haut fourneau donnait de bonnes qualités, lorsque les minerais et les combustibles étaient eux-mêmes supérieurs.

Nous terminerons cette note par quelques considérations sur le finage en général.

Des essais ont montré que *la fonte grise*, contenant 3 p. 100 de silicium et 0,2 p. 100 de soufre, renferme après l'opération 0,3 p. 100 de silicium et 0,15 p. 100 de soufre; que la fonte blanche, contenant 0,4 p. 100 de silicium et 2 p. 100 de soufre, renferme après l'opération 0,1 p. 100 de silicium et 1 p. 100 de soufre.

D'après M. Rogers, cité par Percy, l'invention du finage doit être attribuée à M. Homfray de Tredegar. Mais l'amélioration de la *coulée directe du haut fourneau* dans le foyer de finerie disparaît, lorsque l'on tire parti des avantages proposés par M. Henvaux, car le haut fourneau ne marche pas par périodes régulières coïncidant avec les fours à puddler.

Les variantes du finage sont nombreuses, car elles comprennent la méthode autrichienne, styrienne, le procédé carinthien et celui des usines de Siegen, ainsi que les fabrications du Tyrol et de la Lombardie, toutes basées sur le principe d'une *seule fusion*.

A côté de ces dispositions viennent les procédés wallons de l'Eyfel, suédois, wallon-styrien et wallon-anglais, et enfin, dans un autre ordre d'idées, les systèmes bohémien, souabe et français.

NOUVEAUX SYSTÈMES DE LAMINAGE HENVAUX, LAMINOIRS VERTICAUX; BUTTERLEY ET C[ie].

Le principe de la disposition Henvaux consiste à placer sur les mêmes cylindres toutes les cannelures nécessaires pour dégrossir et finir les paquets, soit que l'on veuille obtenir des plats, des ronds, des carrés, des fers d'angles ou cornières, et à n'adopter le dégrossissage spécial que pour les fers de forte dimension, tels que rails, poutrelles, etc. La disposition est applicable avec deux ou trois cylindres, de telle sorte qu'*une cage* suffit toutes les fois que les poutrelles n'atteignent pas $0^m,30$ de hauteur, et les ronds $0^m,25$ de diamètre.

*Pour les fers plats*, la nouvelle longueur des cylindres devient $0^m,90$, pour les petits trains de $0^m,25$ de diamètre au lieu de $0^m,75$, et de $1^m,50$ pour les trains marchands.

*Pour les fers carrés ou ronds*, la réunion sur les mêmes cylindres des cannelures dégrossisseuses et finisseuses rondes ou carrées doit être effectuée. On dégrossit le carré sur plat et sur champ dans des cannelures analogues à celles des fers plats, en arrivant jusqu'à celle dite finisseuse, avec les mêmes pressions conservées sur les numéros.

L'ancien procédé exige beaucoup de cannelures et des passes plus nombreuses, parce que les cylindres dégrossisseurs ordinaires ne produisent que des pressions faibles. Dans le système Henvaux, tous les ronds et tous les carrés, à partir de 0,015, sont dégrossis en sept cannelures et huit passes, avec une cage à deux cylindres, et huit cannelures et neuf passes avec trois cylindres; il doit en résulter une économie de temps notable.

*Pour les fers ronds*. 1° La méthode nouvelle arriverait déjà à la cinquième cannelure dégrossisseuse à produire une *barre bombée* se convertissant facilement à la passe suivante en une *barre ovale*, puis finissant ronde; en tout huit cannelures et neuf passes avec la cage à trois cylindres;

2° Elle permettrait encore de faire quelquefois deux ou trois ronds successifs ou deux ou trois carrés, parce que les ovales ont ici assez de métal, sans cependant subir une pression trop forte sur la plus faible dimension;

*Triples cylindres*. 3° Comme les cannelures sont toutes superposées, chacune à sa précédente, au lieu d'alterner comme dans les trains ordinaires à triples cylindres, chacune d'elles travaille deux fois : la première avec celle du dessus, la deuxième avec celle du dessous; de telle sorte qu'avec des triples cylindres, on peut renfermer les dégrossisseuses et les finisseuses dans une seule cage, sans avoir des trains plus longs que ceux en usage. Dans l'ancienne méthode à cannelures alternes, celles du cylindre intermédiaire ne travaillent qu'une fois.

*Bandages et autres fers ayant une face plane*. Cylindres mitoyens pressant sur la face plane, cylindres supérieurs et inférieurs formant bourrelets, sans quoi on serait forcé de retourner la barre *tête à la queue*, pour que, étant sortie de la cannelure de dessous, elle puisse reprendre sa place dans celle de dessus.

*Poutrelles creuses et fers creux.* Cylindre mitoyen femelle, c'est-à-dire à creux.

Cylindres supérieurs et inférieurs mâles, à coins enfonceurs, pour avoir à la fois les pressions du dessus et celles du dessous différentes. Cette disposition supprime des cannelures. Les pressions inégales sont produites par les variations du diamètre du cylindre supérieur.

*Équerres ou fers d'angles à côtés égaux.* Cylindre mitoyen femelle, par la même raison que ci-dessus.

*Équerres à côtés inégaux.* Cannelure supplémentaire dans le système Henvaux, pour n'avoir qu'à renverser les côtés de l'équerre et éviter le retournement tête à la queue.

### COMPARAISON D'UNE USINE BASÉE SUR LE SYSTÈME NOUVEAU AVEC UNE FABRICATION ANCIENNE.

Soit : deux trains ébaucheurs pour les puddleurs; deux trains à rails et à fers marchands; deux trains à tôles et petits trains, avec deux brigades de lamineurs au même train : une de dégrossisseurs et une de finisseurs.

La production mensuelle avec cinq fours à chauffer est de 1,100,000 kil. de rails.

La durée d'une fournée, pour être sortie et achevée aux trains, est de dix minutes.

La consommation de charbon, de 60 kil. environ pour 100 kil. de rails.

Le déchet aux fours variable de 8 à 9 p. 100, et d'autant plus grand que les fournées restent plus longtemps à passer dans les cylindres.

La durée d'un passage de fers marchands ou de tôles, trente minutes environ.

Dans le système nouveau, l'attente dans le four est réduite au minimum, et le déchet de ce chef serait diminué de 1 à 2 p. 100, résultant de l'économie du temps gagné au laminage.

Il est évident que l'emploi des triples cylindres permettra d'obtenir des fers de toute nature finis et même des rails, et trois cages de cylindres triples remplaceront trois anciens trains.

La production peut ainsi être au moins doublée, et quelquefois triplée, quoique nous n'attachions pas une importance aussi considérable que le fait M. Henvaux à la diminution du déchet dans les fours. L'habitude acquise par les chauffeurs leur permet d'atteindre, au bout de quelque temps, une régularité très-grande dans le puddlage ordinaire.

L'expulsion préalable de l'oxyde formé et des scories au moyen du pilon permet aussi de laisser les paquets moins longtemps sur la sole. La condition d'enfourner successivement, puisque les *paquets formés dans chacun des fours sont, pour ainsi dire, laminés simultanément,* doit présenter quelques difficultés pour être exécutée pratiquement avec la précision nécessaire. Théoriquement, nous nous trouvons d'accord sur le point qu'il ne faudra que deux minutes aux deux trains pour laminer en même

temps les quatre rails d'une même fournée qui assure, au bout de cette passe, le travail des deuxième et troisième fours. Ces derniers, livrant le métal produit par ces périodes successives limitées, peuvent naturellement être chargés à nouveau à la suite l'un de l'autre. On peut cependant objecter que les durées de deux opérations ne sont pas rigoureusement égales; que les qualités et les aptitudes ne sont pas les mêmes chez tous les puddleurs. Il faudra aussi adjoindre une nouvelle brigade de lamineurs, ce qui ne présenterait pas un grand inconvénient, si l'on considère l'augmentation des quantités produites.

Le montage d'une fonderie correspondant à chaque train, en facilitant *de la même manière* le passage des *paquets réchauffés*, peut diminuer d'une manière notable le nouveau déchet qui a lieu dans chaque opération pendant laquelle le métal est soumis à une température élevée.

## FABRICATION DES TÔLES.

*Trains à tôles. Triples cylindres avec serrages à coins et cylindres verticaux.* Les triples cylindres n'ont jamais été pratiquement appliqués, à cause de la difficulté qu'on éprouve à manœuvrer les vis de pression du cylindre inférieur. Dans les cages ordinaires, la pression supérieure est produite par des vis, celle inférieure par d'autres vis, en plus des bascules disposées pour avoir l'écartement voulu entre les deux rouleaux à chaque pression. M. Henvaux propose l'emploi de coins de serrage identiques, rabotés et dressés, maintenus fixes, et de deux coins *mobiles* marchant sur les premiers et produisant la pression demandée. Les coins mobiles se déplacent simultanément, et ils peuvent être reliés ensemble. Le mouvement a lieu au moyen de deux crémaillères en fer, d'un arbre de couche et de pignons. Le lamineur fait voyager les coins au moyen d'un volant à poignées.

Lorsque le lamineur de devant a engagé la tôle entre les cylindres de dessous, il manœuvre la vis de pression de dessus, et le lamineur de derrière fait l'opération inverse.

Une échelle indicatrice des pressions gradue le serrage. L'appareil peut s'appliquer aux tôles minces, et, dans ce cas, les cylindres mitoyens et inférieurs servent de dégrossisseurs, et les cylindres mitoyens et supérieurs de finisseurs.

*Cylindres verticaux. Tôles sans rognures.* Toutes les fois qu'il est utile d'*obtenir des tôles larges à vives arêtes sur une grande longueur*, on a avantage à se servir de cylindres verticaux.

Ces cylindres verticaux, peu avantageux sous ce point de vue qu'ils n'ont pas de cannelures, permettent cependant, par leur rapprochement ou leur écartement au moyen d'une vis, d'obtenir des tôles de $0^m,70$, $0^m,60$ et même 1 mètre à arêtes vives.

*Cylindres à brâmes.* Ce sont les appareils pour corroyer les paquets avant de les livrer aux finisseurs et aux cylindres verticaux. En deux ou quatre passes, on pourrait, avec des CAGES A TRIPLES CYLINDRES, livrer au sortir du four les tôles ébauchées aux autres trains. Les brâmes seraient

à bascule à *une seule cannelure pour chaque largeur*, avec la précaution de n'employer sur les côtés des paquets que des barres sans déchirures et de même largeur que la cannelure. Les paquets ne peuvent pas, dans ce cas, être travaillés sur les côtés.

Une cage de triples cylindres à brâmes dessert deux autres cages triples, avec cylindres verticaux. Elle est placée entre les deux.

Les considérations développées précédemment sont relatives à l'attente dans les fourneaux des paquets, attente qui correspond à un déchet de métal et de combustible brûlé en pure perte. Mais le passage direct du métal des brâmes aux finisseurs, sans nouveau réchauffage, est-il chose possible? Nous en doutons, d'autant plus que les fabricants trouvent nécessaire, après le corroyage au marteau et le cylindrage aux dégrossisseurs, de reporter au rouge les brâmes et les bidons. Il est vrai de dire que dans beaucoup d'usines, les brâmes dégrossies sont réchauffées pour être découpées en bidons, puis refroidies et subissent dans ce dernier état une nouvelle chaude pour arriver au train à tôles ordinaires. On pourrait, comme le propose M. Henvaux, faire les paquets plus petits et en fers choisis, économiser deux chaudes et arriver à des qualités supérieures. Mais il resterait à savoir si les manipulations successives décrites ci-dessus améliorent les qualités du métal.

Nous aurons à revenir sur ces importantes questions et à compléter ces notes; mais avant de terminer cette première partie, rappelons en quelques mots les avantages que M. Fairbairn attribue à l'introduction de la vapeur dans les bains de fonte en fusion. *Cette vapeur est injectée à la pression de 5 livres par pouce carré* (1k,32 par 0m,025 carré). *A la haute température où est le métal, l'oxygène de la vapeur d'eau a une plus grande affinité pour le carbone que pour l'hydrogène ou pour le fer; cette vapeur se décompose et le carbone s'oxyde rapidement, tandis que l'hydrogène s'empare du soufre du phosphore et de l'arsenic*[1].

D'après Fairbairn ce perfectionnement doit être attribué à James Nasmyth; il aurait fourni des résultats sérieux à l'usine de Balton où il aurait été expérimenté. Il a été repris en France par M. Caly-Casalat qui a fait quelques essais dans cette direction.

L'action de la vapeur dans ces conditions est à la fois chimique et mécanique, chimique par les combinaisons qui s'effectuent, mécanique par le mélange violent et en quelque sorte la trituration de la masse dans laquelle elle agit en multipliant les points de contact.

Nous ne prétendons traiter ici aucune question de priorité d'invention, mais une fois le principe de l'injection admis, les dispositions des appareils ne peuvent varier beaucoup pour tous ces cas. Aussi pour les détails renvoyons-nous le lecteur au remarquable ouvrage sur le fer cité ci-dessus.

LÉON AUSCHER.

1. *Guide pratique du métallurgiste.* Le Fer, son histoire, ses propriétés et ses différents procédés de fabrication, par FAIRBAIRN, traduit par GUSTAVE MAURICE.

(*La fin au prochain numéro.*)



# FALSIFICATIONS ET ESSAIS
# DES MATIÈRES GRASSES EN GÉNÉRAL.

PAR M. LÉON DROUX.
Ingénieur civil.

## § I

Les matières grasses que l'on trouve dans le commerce, huiles, graisses ou suifs, sont souvent altérées et mélangées entre elles. Il est d'un grand intérêt pour les fabricants de se rendre compte, *avant l'achat et sur échantillon*, de la valeur réelle des matières proposées.

Les procédés découverts jusqu'à ce jour ne présentent malheureusement que des moyens d'examen d'une exactitude quelquefois douteuse, et quand on réfléchit à la nature complexe des matières grasses et aux nombreuses altérations qu'elles subissent d'elles-mêmes par l'action de l'air et du temps, on en conclut que ces opérations doivent nécessairement être toujours assez délicates. Nous indiquerons cependant, pour les suifs, un appareil que nous avons construit et qui donne des résultats exacts. Nous prévenons que cet appareil est breveté.

Avant d'aborder les moyens de constater la valeur commerciale de ces matières premières, nous indiquerons sommairement les différentes falsifications qu'on leur fait subir :

1° Les huiles peuvent être mélangées d'eau, soit à l'état ordinaire, soit additionnée d'un peu de sel marin, de carbonate de soude ou de potasse. L'eau pure peut provenir d'un accident ou d'un défaut de soin dans la fabrication; lorsqu'au contraire on dénote la présence dans un corps gras d'eau additionnée de sels minéraux, elle est toujours due à une *fraude coupable et volontaire*.

2° Les huiles sont souvent mélangées entre elles, c'est souvent là même leur seule falsification; ce mélange s'opère soit avec d'autres huiles inférieures en qualité et en prix, soit avec des graisses ou avec des huiles animales. Les fraudeurs ont acquis dans cette singulière industrie une grande habileté, qui souvent même présente de grandes difficultés pour la constatation de la fraude.

3° Les huiles concrètes, telles que celles de coco, de palme, sont quelquefois mélangées d'eau douce ou d'eau de mer. Cette altération provient rarement d'une intention frauduleuse; c'est le fait d'un manque de soins ou d'un accident de route.

4° Les graisses et les suifs sont généralement encore plus falsifiés que les huiles. Dans les graisses on peut trouver jusqu'à 25 p. 100 de matières étrangères : de la terre de pipe, du kaolin, du sable, des résidus de fonte, de la gélatine, des os en dissolution, de la fécule, de l'eau pure,

de l'eau à l'état de lessive de soude, et enfin un mélange de graisses inférieures. Dans les suifs, les mêmes mélanges frauduleux existent rarement; dans la plupart des cas, leur falsification s'opère avec de l'eau émulsionnée à l'aide d'un peu d'albumine ou simplement par un mélange de graisses, d'huiles et de suifs inférieurs.

Il existe trois méthodes générales pour vérifier la qualité des matières grasses :

1° A l'aide de nos sens ou organes : l'odorat, la saveur, le toucher (dureté), la vue (couleur); c'est la méthode *organoleptique*.

2° Les *moyens physiques :* densité, dureté, point de fusion, pouvoir conducteur de l'électricité, et déviation de l'aiguille aimantée;

3° Les *réactions chimiques :* coloration par les acides, chaleur dégagée dans la combinaison, détermination de la quantité d'acide gras, transformation en élaïdine, etc.

Enfin, il est encore une fraude tellement grossière, qu'on a peine à comprendre comment elle peut s'exercer si souvent, fraude qui ne frappe que sur la quantité fournie et non sur la qualité; c'est la *surtare* ou différence dans le poids de la futaille; nous ne nous arrêterons pas sur ce sujet.

## § II. MOYENS ORGANOLEPTIQUES.

La couleur, l'odeur et la saveur sont des moyens employés depuis très-longtemps à la reconnaissance des matières grasses; la plupart des négociants même n'examinent pas autrement les huiles ou les suifs qu'ils vendent ou qu'ils achètent; mais ces données sont tout à fait insuffisantes pour le fabricant, qui se propose de transformer ces matières premières en d'autres produits.

Quelques anciens négociants ont acquis par l'expérience une très-grande aptitude à reconnaître à la saveur et à l'odorat le mélange de plusieurs huiles entre elles ou de différentes graisses avec les suifs, mais ce n'est là qu'une exception rare. Ces procédés sont d'autant plus difficiles, que la saveur et l'odeur des huiles surtout sont variables avec le degré d'oxygénation et le pays de production de la graine qui l'a fournie; ainsi l'huile de lin extraite des graines de Russie a une tout autre saveur et une tout autre odeur que celle extraite des graines indigènes ou des graines de l'Inde.

La couleur d'une huile ou d'un suif est bien toujours à peu près la même, mais variera encore, suivant non-seulement les contrées de production, mais encore suivant les années et les différentes saisons.

Néanmoins, la couleur, le degré de consistance, l'odeur, la saveur et l'aspect général que présentent les matières grasses, peuvent, presque toujours, non pas prouver une sophistication, mais mettre sur la voie pour la découvrir.

Pour avoir nettement l'odeur d'une matière grasse, il faut s'en frotter l'intérieur des mains, afin de faciliter par la chaleur le dégagement de l'odeur *sui generis;* puis sentir, en maintenant les deux mains entr'ouvertes seulement.

On pourrait encore procéder par analogie, faire chauffer dans une capsule un peu de matière grasse dont la qualité serait certaine, et dans un autre vase également une légère quantité de la matière en expérimentation; on procéderait par comparaison.

Beaucoup d'acheteurs sont encore dans l'habitude de goûter les suifs, graisses ou huiles qu'on leur propose, et en déduisent ainsi le plus ou moins grand état de pureté.

## § III. MOYENS PHYSIQUES.

Les moyens physiques employés à la reconnaissance des matières grasses reposent presque tous sur la densité, à l'aide d'un aréomètre spécialement gradué et nommé oléomètre. Ces instruments rendent évidemment des services, mais ils ne peuvent fournir d'indications bien précises. Les densités des huiles ne présentent pas assez de différences, et d'ailleurs il n'est pas encore prouvé que les huiles de même sorte possèdent les mêmes densités pour deux années, et même pour deux contrées différentes. A l'aide de la comparaison des densités, on pourra toujours reconnaître l'acide oléique de l'huile de lin, parce que la différence est notable; mais l'oléomètre seul indiquera difficilement l'huile de sésame ou l'huile de baleine, quoiqu'il n'y ait aucune analogie entre ces deux corps gras.

L'examen par la densité serait également difficile à appliquer aux graisses et aux suifs, en raison de leur solidité; il faudrait alors poursuivre les essais que j'avais entrepris, au moyen d'un appareil spécial, dans lequel la matière grasse concrète était maintenue liquide à une température constante de +100°, essais que je me propose, du reste, de continuer et de publier plus tard.

M. *Lefebvre*, doyen des courtiers de commerce d'Amiens, M. *Laurot*, de Paris, M. *Fauré*, de Bordeaux, et M. *Heydenreich*, pharmacien à Strasbourg, furent les premiers qui proposèrent de reconnaître les huiles au moyen de la densité.

M. Laurot opérait à chaud, il n'avait en vue dans son travail que la constatation de la pureté de l'huile de colza : il n'a étudié que les mélanges de colza et de lin, d'œillette, de poisson et de chènevis.

M. Fauré a bien publié une table de densité pour les huiles fines, mais les huiles sur lesquelles il a opéré étaient sans doute plus ou moins altérées. Cette table présente beaucoup de résultats en dissidence complète avec ceux de divers autres opérateurs.

Dans son mémoire sur la falsification des huiles, M. Heydenreich indique trois méthodes d'expérimentation :

1° Le développement de l'odeur propre des huiles en les chauffant légèrement;

2° L'action de l'acide sulfurique concentrée;

3° La mesure de la densité.

Le travail de M. Heydenreich étant moins complet que celui de M. Lefebvre, et se trouvant basé sur les mêmes principes, nous préférons

décrire le second; l'auteur y a du reste joint un oléomètre parfaitement gradué, auquel nous consacrons plus loin un paragraphe spécial.

MM. *Scharling* et *Hoelten* ont proposé de distinguer les huiles grasses par leur pouvoir réfringent.

Ils ont comparé la manière dont les huiles grasses du commerce affectent la *polarisation circulaire*, en se servant dans leur travail du *cervisiomètre*, ou appareil à mesurer la qualité de la bière, qu'on doit à M. *Steinhel*, et ils ont résumé les résultats de leurs expériences dans un tableau qu'ils déclarent eux-mêmes incomplet et provisoire.

Enfin, M. *Rousseau* a construit un instrument qu'il nomme *diagomètre*, applicable seulement à l'huile d'olive, et basé sur ce fait, que, de toutes les huiles végétales ou animales, celle d'olive était la moins conductrice de l'électricité. En agissant par déviation sur une aiguille aimantée, M. Rousseau est arrivé à des résultats très-exacts, mais son *diagomètre* demande beaucoup de soins, est d'un prix élevé, et ne saurait rentrer dans la catégorie des instruments propres aux essais industriels.

## § IV. MOYENS CHIMIQUES.

Les moyens physiques ne peuvent guère être appropriés qu'aux essais de matières liquides, comme les huiles par exemple; les moyens chimiques qui donnent les meilleurs résultats sont applicables à tous les corps gras en général.

MM. Tillet, Chevreul, Fremy, Heydenreich, Boudet, Maumené, Fehling, Fauré, Poutet, Soubeiran, Caillet, l'auteur de ce traité, et d'autres chimistes, ont indiqué divers procédés d'examens qualitatifs et quantitatifs, dont plusieurs sont d'un usage journalier.

Le travail de M. Chevreul et celui de M. Fremy ont été mentionnés plus haut.

M. *Maumené* et ensuite M. *Fehling* ont remarqué qu'une huile mélangée avec de l'acide sulfurique concentrée produisait une élévation de température différente pour diverses huiles. D'après eux, les huiles avides d'oxygène et siccatives dégagent bien plus de chaleur au moment de leur traitement par l'acide sulfurique, que les huiles grasses. Les mémoires de ces deux chimistes sont accompagnés de tableaux trop longs pour être reproduits ici.

Dès 1780, M. Tillet a publié dans les *Mémoires de l'Académie* le résumé de son travail sur les réactions de l'acide nitreux sur les huiles. La chimie était encore trop dans l'enfance à cette époque pour que ce travail présente aujourd'hui d'autre intérêt que le fait historique.

En 1819, M. Poutet, chimiste à Marseille, a fait connaître l'emploi de l'azotate de mercure pour l'épreuve des huiles employées à Marseille, c'est-à-dire des huiles d'olive.

Plus tard (1832), M. Félix Boudet a démontré que les huiles non siccatives se solidifiaient seules en présence de l'acide hypo-azotique, en se transformant en élaïdine.

M. Heydenreich étudia ensuite l'action colorante de l'acide sulfurique

concentrée; d'autres chimistes et entre autres MM. Penot, Crace-Calvert suivirent la même voie, et enfin M. Cailletet publia en 1859 un mémoire fort intéressant sur les essais et les dosages des huiles, mémoire que nous résumerons plus loin.

Il existe moins de travaux sur les essais à faire subir aux graisses concrètes et aux suifs : il faut avoir recours aux études de M. Chevreul, à celles d'un manufacturier allemand, M. Gottelieb, et enfin à l'appareil industriel que j'ai construit spécialement pour l'essai des matières grasses concrètes.

L'examen sommaire que nous venons de faire des divers procédés employés nous indique naturellement la séparation à faire entre les procédés, pour essayer des matières grasses liquides à la température ordinaire, et ceux employés à la reconnaissance des matières concrètes.

### § V. ANALYSE INDUSTRIELLLE DES HUILES. — OLÉOMÈTRE.

C'est sur la différence de densité des huiles à la même température que repose le procédé de Lefebvre pour reconnaître les différentes espèces d'huiles pures ou mélangées[1]. Son instrument est un véritable densimètre avec une graduation spéciale. M. Lefebvre se procura des échantillons de graisses pures de toutes les plantes oléagineuses, tant du nord que du midi, et en 1841 il possédait toute la série des huiles commerciales dans un grand état de pureté. C'est sur ces huiles de provenance certaine qu'il opéra et qu'il dressa son tableau.

L'oléomètre à froid de M. Lefebvre a la forme d'un aréomètre ordinaire, si ce n'est que le réservoir cylindrique est très-grand et la tige très-mince, aplatie et très-longue. Celle-ci porte une échelle graduée sur laquelle sont inscrites les densités comprises depuis 9,000 jusqu'à 9,400, limites entre lesquelles sont renfermées les densités des diverses huiles commerciales. Mais comme il eût été impossible de placer quatre chiffres sur l'échelle, on a retranché le premier et le dernier, pour ne conserver que les deux intermédiaires, ce qui n'a aucun inconvénient dès qu'on est prévenu. Aussi les chiffres de 0 jusqu'à 40 placés sur l'échelle doivent être précédés d'un 9 pour exprimer la densité et le poids d'un hectolitre d'huile. L'huile de sésame, par exemple, se trouve au chiffre 23, il faut lire alors 9,230 de densité, ou $92^{k},30$ pour le poids de l'hectolitre, ou encore $9^{h},230^{g}$ pour le poids d'un litre.

A la gauche de l'échelle et en face de la densité, sont inscrits les noms des huiles. Pour la facilité des vérifications et pour frapper l'œil davantage, leur place est représentée par leur couleur.

1. Voir le *Rapport sur l'oléomètre à froid* de M. Lefebvre, présenté à l'Académie des sciences, arts et lettres de Rouen, par M. J. Girardin, dans la séance du 31 mai 1844.



| DENSITÉS par LEFEBVRE. | DEGRÉS de l'alcoomètre GAY-LUSSAC à + 15°. | OLÉOMÈTRE A FROID DE LEFEBVRE. |
|---|---|---|
| 9,003 | 66° .0 | 0. Oléine. |
| » | » | |
| » | » | |
| » | » | |
| » | » | |
| 9,150 | 59 .5 | 14. Colza. |
| 9,155 | 59 .3 | 15. Navette. |
| 9,170 | 58 .5 | 17. Olive. |
| 9,210 | 56 .8 | 21. Ravison. |
| 9,235 | 55 .6 | 23. Sésame. |
| 9,240 | 55 .3 | 24. Baleine. |
| 9,253 | 54 .6 | 25. OEillette. |
| 9,270 | 53 .9 | 27. Chènevis. |
| 9,282 | 53 .4 | 28. Cameline. |
| 9,306 | 52 .1 | 30. Coton. |
| 9,350 | 49 .8 | 35. Lin. |
| 9,380 | 48 .2 | 40. Huile de lard. |

5
0 jaune.
2
4
6
8
10
12
14 jaune vert.
vert.
16
vert olive.
18
20
jaune.
22
jaune rouge.
24 marron.
jaune clair.
26
vert.
28 jaune paille.
30 rouge.
32
34
jaune d'or.
36
38
40 rouge.
240 m/m
30
85 m/m
5
30
18

Opérer à température constante de + 15°.

Fig. 27.

Les cotes sont en millimètres.

L'oléomètre a été gradué pour expérimenter à une température de +15°; il faudra donc toujours ramener l'huile dans une éprouvette à cette température, à moins de faire une correction lorsque la température est supérieure ou inférieure à +15°. M. Lefebvre a indiqué pour toutes les huiles la correction de 1°,5 centig. pour 1 millième de densité en plus ou en moins à partir de +15°, soit 3° pour 2 millièmes, 6° pour 4 millièmes, etc.

Lors donc qu'une huile est à +18° de température, l'oléomètre descend alors à 2 millièmes au-dessous de la densité réelle, il faut donc augmenter de 2 millièmes le chiffre trouvé. Si l'huile est à +12° de température, l'instrument s'arrête à 2 millièmes au-dessus de la véritable densité; il faut dès lors diminuer ces 2 millièmes de la densité apparente.

M. Lefebvre indique bien dans son mémoire que cet instrument peut servir non-seulement à constater en présence de quelle huile on se trouve, mais aussi à dénoter le mélange, s'il existe, et jusqu'à un certain point la proportion du mélange.

Malheureusement les chiffres qu'il a indiqués ne s'appliquent qu'à des huiles récemment obtenues, et lorsqu'elles vieillissent leur densité augmente toujours sensiblement; ainsi, une huile de coton fraîche pèse 9,306, tandis qu'après deux ans de repos dans un flacon elle pèse 9,320. L'augmentation, toutefois, ne porte que sur les deux dernières décimales; l'oléomètre de Lefebvre, tout en étant un instrument très-utile au commerce, ne peut constater d'une façon certaine le mélange des huiles entre elles.

Néanmoins, en raison des services qu'il est susceptible de rendre, nous en avons donné le dessin ci-contre (*fig.* 27), et comme on peut se trouver dans des localités où il serait difficile de se le procurer, nous avons indiqué en regard du nom de chaque huile sa densité et le degré correspondant de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, instrument que l'on rencontre partout, et qui, à défaut d'oléomètre, pourrait en tenir lieu.

Un excellent et simple procédé pour reconnaître quand une huile est mélangée, c'est de la laisser reposer, car beaucoup de mélanges d'huiles ne peuvent durer que quelques jours, les huiles les plus lourdes se séparent bientôt pour gagner le fond du vase; ainsi un mélange d'huile de graine et d'acide oléique ne subsistera que quelques jours; donc quand, dans un vase abandonné au repos, un échantillon pris à la partie supérieure n'aura pas la même densité qu'un échantillon pris à la partie inférieure du même vase, il y aura certitude que l'huile a été falsifiée par mélange.

Nous devons à M. *F. Donny* un procédé également fondé sur les différentes densités des huiles, qui est remarquable par sa simplicité.

Je suppose qu'il s'agisse de comparer entre elles deux espèces d'huiles. On commence par colorer très-légèrement en rouge l'un des deux échantillons, ce qui se fait très-aisément au moyen de l'orcanète. On introduit ensuite, au moyen d'une pipette, une petite quantité de cette huile colorée dans la masse du second échantillon. Si l'on opère avec précaution, l'huile colorée se présentera sous la forme d'une sphère plus ou moins régulière suspendue dans la masse du liquide

A partir de ce moment on observera un des trois phénomènes suivants :

Ou bien l'huile dont se compose la petite sphère sera d'une nature plus dense que le reste du liquide, et alors la goutte gagnera le fond du vase : dans ce cas les deux échantillons d'huile ne sont pas d'une même nature;

Ou bien les deux espèces d'huiles auront exactement le même poids spécifique, et alors aucun déplacement n'aura lieu, la sphère liquide ne tendra ni à monter ni à descendre : ce cas se présente toutes les fois qu'on opère sur des huiles de même espèce;

Ou bien, enfin, la sphère sera spécifiquement plus légère que l'huile dont elle est entourée, et alors elle gagnera la surface de la masse liquide; ici, comme dans le premier cas, les deux échantillons d'huile seront de nature différente.

On conçoit de suite qu'étant en possession d'échantillons d'huiles dont la qualité est assurée, en procédant ainsi par analogie et à l'aide d'un très-faible échantillon, on pourra en quelques secondes, sans s'inquiéter de la température et sans avoir recours à toutes les précautions qu'exige l'emploi de l'oléomètre, vérifier si la qualité de l'huile proposée équivaut à celle du type normal.

## § VI. Analyse industrielle des huiles, réactions chimiques.

Plusieurs chimistes ont publié leurs travaux sur les procédés à employer pour reconnaître la pureté des huiles, mais presque tous, à l'exception de M. Cailletet, ne se sont occupés que des huiles d'olive.

Les moyens d'analyse chimique se divisent en deux groupes : 1° la solidification par l'acide hypo-azotique; 2° la coloration par les acides et par d'autres réactifs.

M. *Poutet*, de Marseille, a indiqué dès 1819 l'emploi de l'azotate de mercure pour constater la falsification des huiles d'olive.

On prend 6 parties de mercure et 7 parties 1/2 d'acide azotique, à la densité de 38°. La dissolution se fait spontanément. Le produit est un mélange d'acide azotique, d'acide hypo-azotique, de poto-azotate, de deuto-azotate, et sans doute d'azotite de mercure.

On mélange dans un flacon 8 grammes de ce réactif et 96 grammes d'huile, on secoue fortement le mélange de dix en dix minutes, pendant deux heures et demie, et on abandonne au repos. Il faut opérer dans une cave, à une température constante.

Si l'huile d'olive est pure, elle se concrète en trois ou quatre heures en hiver, et en six ou sept heures en été; sa surface est lisse et blanche. Si après six à sept heures d'attente le mélange n'est pas solidifié, c'est que l'huile expérimentée n'était pas pure ; 5 centièmes seulement d'huile de graisse font prendre à la surface une configuration en choux-fleurs; 10 centièmes une consistance de miel ou d'huile figée. Au delà de cette proportion, une portion d'huile surnage le mélange et est d'autant plus abondante que l'huile d'olive contenait plus d'huile étrangère.

Il faut prendre soin de n'employer jamais que le réactif (azotate de mercure) à l'état liquide : s'il était cristallisé, les résultats seraient incertains; c'est un grave inconvénient de ce procédé qui exige par conséquent que la combinaison de mercure et d'acide azotique soit préparée à l'instant même.

D'après MM. Soubeiran et Blondeau, on peut encore, au moyen du son, apprécier le degré de falsification de l'huile d'olive traitée par le réactif Poutet, lorsqu'on frappe avec une tige de verre sa surface solidifiée : l'huile pure est ferme et sonore, l'huile moins pure est moins ferme et moins sonore.

M. *Félix Boudet* étudia en 1832 l'action de l'acide hypo-azotique et reconnut que toutes les huiles non siccatives se solidifiaient sous l'influence de ce réactif. Elles se trouvent alors converties en *élaïdine*; les huiles siccatives, au contraire, conservent leur limpidité, sauf celle de ricin.

M. Félix Boudet a tiré un parti avantageux de cette action différente de l'acide hypo-azotique sur les huiles pour reconnaître la fraude de l'huile d'olive par celle d'œillette, et nous-mêmes l'avons appliqué à reconnaître les mélanges d'acide oléique de saponification avec l'acide oléique de distillation.

On se procure deux petits flacons de même dimension; dans l'un on introduit 100 parties d'huile d'olive parfaitement pure, et dans l'autre la même quantité de l'huile à essayer. On ajoute dans chaque flacon un mélange de 3 parties d'acide azotique à 35° et une partie d'acide hypo-azotique. On note exactement le moment du mélange de l'acide avec l'huile, on agite bien, et on abandonne les flacons dans un endroit frais où la température reste constante. On observe avec soin et l'on prend note de l'instant où l'huile est assez épaissie pour qu'on puisse renverser les flacons.

Si l'huile d'olive essayée est pure, elles se solidifient toutes deux en même temps.

Elle se solidifie :

40 minutes plus tard si elle renferme 1/100 d'huile de pavot;
90 id. id. 1/20 id.

Au bout d'un temps indéterminé, si elle en renferme plus de 1/10.

Si nous passons maintenant aux moyens d'analyse basés sur les diverses colorations que les réactifs chimiques font subir aux huiles, nous trouverons M. *Heydenreich*, de Strasbourg, puis M. *Lefebvre*, l'inventeur de l'oléomètre, qui tous deux ont proposé l'emploi de l'acide sulfurique.

Une goutte de cet acide concentré, ajoutée à huit ou dix gouttes d'une huile quelconque déposée sur un verre rendu opaque par une feuille de papier blanc collée en dessous, produit les colorations suivantes au bout de quelques minutes :

*Acide oléique*, sans changement.
*Colza*, auréole bleu verdâtre.
*Navette*, teinte de gris sale.



*Olive*, teinte jaune prononcée, devenant peu à peu verdâtre.
*Sésame*, teinte d'un rouge vif.
*Baleine*, teinte d'un rouge brun foncé.
*Œillette*, teinte jaune pâle, avec contour gris sale.
*Chènevis*, teinte d'émeraude bien prononcée.
*Cameline*, teinte jaune, puis orangée.
*Coton*, teinte jaune, avec stries brunes au centre.
*Lin*, teinte rouge brun, passant bientôt au brun noir.

Mais ces nuances ne sont pas toujours bien prononcées, et d'ailleurs, comme pour la densité, chaque espèce d'huile variera suivant le lieu de provenance, l'extraction, l'ancienneté, etc., etc.; aussi ne faut-il pas attacher à ces indications une confiance absolue lorsqu'il s'agit de prononcer sur le mélange des huiles les unes avec les autres.

Nous laisserons de côté tous les autres procédés, pour donner une idée de ceux de M. *Cailletet*, renvoyant pour le surplus à sa brochure[1].

« Les huiles grasses, dit M. *Cailletet*, sont caractérisées par des propriétés spéciales, à l'aide desquelles il est facile d'apprécier leur pureté ou de connaître dans quelle proportion elles ont été mélangées.

« Toutes retiennent en dissolution des matières diversement colorables sous l'influence de certains agents chimiques; ces matières ne peuvent être spécialement colorées qu'en opérant à une température connue. La coloration est à peu près la même si l'on opère sur des huiles de même espèce obtenues à froid ou à chaud.

« Plusieurs auteurs ont parlé de colorations, mais leurs procédés pour obtenir ces colorations sont d'un emploi difficile, elles ne sont pas assez caractéristiques pour permettre de décider de la pureté d'une huile commerciale; il faut comprendre sous cette dénomination l'huile qui a été préparée comme on a l'habitude de le faire dans l'industrie.

« On devra, avec l'huile essayée, produire une coloration semblable à celle que prend la même espèce d'huile placée dans des conditions égales. S'il y a mélange, la coloration obtenue sera proportionnelle au volume de chaque huile faisant partie du mélange. »

M. Cailletet indique plusieurs procédés qui varient suivant la température. Nous donnons à la page suivante un tableau indiquant ses diverses façons d'opérer.

On pourrait arriver à l'aide de ces colorations à composer des gammes, mais malgré l'avis de certains auteurs qui trouvent cela des plus faciles, nous pensons que tous ces moyens sont peu industriels et ne peuvent être employés que dans des laboratoires parfaitement installés et par des opérateurs habitués à ce genre d'épreuves.

M. Cailletet a enfin décrit longuement un procédé basé sur la quantité de brôme qu'une huile peut dissoudre, au moyen d'une dissolution de potasse et d'une solution alcoolique d'essence de térébenthine. Ce pro-

1. Essai et dosage des huiles, par Cailletet. Paris, librairie Lacroix, 1859 ; un volume petit in-8°.



cédé permet certainement de doser les quantités d'huiles mélangées, mais il exige une série de calculs et de manipulations chimiques complétement en dehors de la pratique journalière d'une savonnerie.

PROCÉDÉS INDIQUÉS PAR M. CAILLETET.

| | Acide sulfuriq., 6 cent. cube<br>Eau — 3 —<br>Huile — 4 —<br>Acide azotique, 3 —<br>Faire réagir pendant 30 secondes le mélange porté à + 44° ou + 48°. | | Acide azotique, 34 gr.<br>Mercure, 3gr,40.<br>Introduire le mélange dans le flacon et attendre la dissolution du mercure. | 10 gouttes d'acide azotique.<br>10 gouttes d'acide sulfurique dans 20 grammes d'huile pendant 20 minutes à la température de + 100°. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HUILE. | ACIDE. | | COLORATION DE LA MOUSSE. | COLORATION DE L'HUILE dans la mousse. |
| Olive ordinaire. | Nankin foncé. | Incolore. | Passent au bleu vert-de-gris, qu'elles conservent 20 à 25 minutes, et solidifiées sont blanc bleuâtre. | Mousse peu volumineuse, couleur paille. | Paille pâle. |
| Tournante. | Nankin un peu jaunâtre. | Orange. | | | |
| Sésame. | Rouge brun. | Incolore. | Orange ou rouge brique, solidifiée : orange. | Mousse volumineuse, orange. | Orange. |
| Arachide. | Suie ou infusion de café. | Incolore. | Jaune, solidifiée : orange. | Mousse citron orange. | Jaune orange. |
| Colza. | Rouge orangé. | Incolore. | Bistre, passant au minium, solidifiée : jaune-citron. | Mousse volumineuse, orange. | Rouge orange. |
| Pieds de bœufs. | Brun foncé. | Incolore. | Vert-de-gris, solidifiée : blanc bleuâtre. | Paille verdâtre. | Olive verte. |

LÉON DROUX,
Ingénieur civil.

*(La fin au prochain numéro.)*

---

## Limes fabriquées à la mécanique.

Il y a déjà quelques années que l'on parle de la fabrication des limes à la mécanique. Les résultats des essais tentés dans cette voie ont beaucoup laissé à désirer jusqu'ici. Cependant, s'il faut en croire *the Engineer*, une compagnie de Birmingham aurait résolu le problème et livrerait à l'industrie d'excellentes limes obtenues mécaniquement et qui peuvent soutenir la comparaison avec les limes faites à la main, tout en étant d'un prix très-inférieur.

Le journal anglais fait remarquer que ce résultat serait d'autant plus important, que les ouvriers en limes se sont mis en grève et exigent une forte augmentation sur leurs salaires.

---

# ÉPREUVES DE PONTS MÉTALLIQUES.

## Systèmes pratiques de chargement et de vérification.

Par M. G. PALAA.

Planche XIII.

Les progrès accomplis par l'industrie moderne dans la fabrication, l'emploi et la rapidité d'installation des grands ponts à charpente métallique, ont donné une importance réelle à ces ouvrages, dont il existe déjà de très-remarquables spécimens sur les diverses lignes de chemins de fer, et auxquels on ne saurait reprocher, selon nous, qu'un prix de revient trop élevé[1].

Comme on peut le pressentir en visitant les usines et en lisant d'ailleurs les comptes rendus des intéressantes séances de la Société des Ingénieurs civils, l'avenir nous réserve encore de nouvelles surprises quant aux garanties théoriques et aux méthodes et variétés d'application des constructions à charpente de fer; mais nous n'avons pas à examiner de pareilles questions dans cette note, où notre unique but est de grouper les principales conditions d'épreuves que l'on fait subir aux ponts métalliques une fois entièrement achevés, pour acquérir la garantie matérielle qu'ils peuvent être livrés à la circulation avec toute sécurité.

Notre travail, basé sur des indications et des expériences officielles, comprendra les subdivisions suivantes :

I. Passages (*de routes, chemins, etc.*) *au-dessus d'un chemin de fer.*

II. Viaducs sous rails (*passages au-dessus des routes, chemins, cours d'eau*, etc.).

III. Grands ponts sous rails (*traversée de fleuves ou vallées*).

IV. Ouvrages dispensés des épreuves.

Prescriptions réglementaires. — On sait généralement qu'en vertu d'une circulaire du ministre des travaux publics, en date du 26 fé-

1. 527 grands ponts (dont 122 métalliques et 369 en maçonnerie) présentant 20 mètres et plus de longueur, existaient sur l'ensemble des chemins de fer français, au 31 décembre 1862. La dépense moyenne résumée pour la presque totalité de ces ouvrages s'élevait à 3,895 fr. par mètre courant, et 447 fr. par mètre carré de voie. Sur ces derniers chiffres l'élément de dépense des ponts métalliques était compris pour 6,055 fr. (mètre courant) et 560 fr. (mètre carré de voie), tandis que les ponts en maçonnerie n'y figuraient que pour les chiffres correspondants de 2,736 fr. et 334 fr. environ. Il y a lieu de penser que cette situation s'est un peu améliorée dans ces dernières années en faveur des ponts métalliques.

vrier 1858, les « épreuves à faire subir aux ponts métalliques supportant les voies des chemins de fer seront de deux espèces et auront lieu, d'abord, par un chargement de poids mort, ensuite au moyen de poids roulant.

« 1° Chaque mètre linéaire de simple voie sera chargé d'un poids additionnel de 5,000 kilogrammes, pour les travées d'une ouverture de 20 mètres et au-dessous, et de 4,000 kilogrammes pour celles d'une ouverture supérieure à 20 mètres, sans que, dans ce dernier cas, le poids puisse jamais être moindre que 100 tonnes. Cette charge devra rester au moins huit heures sur le pont et n'en être retirée que deux heures après que la flèche prise par les poutres aura cessé de croître.

« Pour les ponts à plusieurs travées, chacune d'elles sera chargée d'abord isolément; elles le seront ensuite simultanément.

« Dans les ponts où les voies sont solidaires entre elles, chaque voie sera chargée successivement, l'autre voie restant libre. Elles le seront ensuite simultanément.

« Chaque épreuve partielle aura lieu conformément aux prescriptions du premier paragraphe du présent article.

« 2° Une première épreuve au moyen de poids roulant se fera par le passage, sur chaque voie, d'un train composé de deux machines, pesant chacune, avec leur tender, 60 tonnes au moins, et de wagons, portant chacun un chargement de 12 tonnes, en nombre suffisant pour couvrir au moins une travée entière. Ce train marchera successivement avec des vitesses de 20 kilomètres et de 35 kilomètres à l'heure.

« Une seconde épreuve aura lieu au moyen du passage sur la voie d'un train composé de deux machines, pesant chacune, avec leur tender, 35 tonnes au moins, et de wagons dont le poids sera établi comme dans les trains ordinaires de voyageurs et en nombre suffisant pour couvrir une travée entière; ce train marchera successivement avec des vitesses de 40 kilomètres et de 70 kilomètres à l'heure.

« Pour les ponts à deux voies, les épreuves par poids mouvant auront lieu d'abord sur chaque voie isolée, puis simultanément sur les deux voies, en faisant marcher les deux trains parallèlement dans le même sens, ensuite en sens opposé, de manière à se croiser sur le milieu des travées. »

Ces dispositions s'appliquent, comme on vient de le voir, aux *ponts supportant les voies;* mais il ne nous paraît pas sans intérêt de décrire également les épreuves auxquelles on soumet les ponts établis par dessus les voies, en nous bornant toutefois à mentionner l'exemple ci-après :

Passage au-dessus d'un chemin de fer. — Une passerelle sur rails pour piétons a été établie à Montgeron, sur un point où la voie ferrée embrasse une largeur de $22^{m},43$.

Cette passerelle est accessible à droite par une levée, et à gauche par un escalier. Elle repose à droite sur une culée en maçonnerie de $1^{m},50$ de largeur, et intermédiairement sur deux palées de $4^{m},90$ de hauteur sur rails, formées chacune de deux supports ou colonnes en tôle. Deux

poutres longitudinales en treillis, composées de deux fers à T de $\frac{0{,}085 \times 0{,}075}{0{,}001}$, forment garde-corps et reposent sur la culée et les deux palées précitées; ces poutres sont reliées entre elles à leurs bases au moyen de fers cornières par des poutrelles en fer qui supportent un plancher en madriers de chêne. Deux poutres analogues rampantes, s'inclinant à partir du sommet de la palée de gauche, forment les limons de l'escalier, dont les contre-marches sont en fer et les marches seules en bois.

Des tôles assemblées à croix de saint André relient entre elles les deux grandes poutres et les supports verticaux de chaque palée pour en maintenir l'écartement.

Les calculs de résistance ont fait connaître que le fer travaillerait seulement à $0^k{,}8$ par millimètre carré, et que la résistance serait de 45 kil. par centimètre carré, en négligeant l'écartement des madriers sur les appuis.

Une décision ministérielle a approuvé le projet sous la condition que la passerelle, avant d'être livrée à la circulation, serait soumise à une épreuve consistant dans une surcharge de 200 kil. par mètre carré.

*Épreuves de la passerelle.* — Pour mesurer la flexion du tablier, on a opéré avec un niveau à bulle d'air et une mire parlante, en établissant des repères sur trois points différents de la surface :

1° Entre la culée de droite et la première palée, on a obtenu la cote. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,960

2° Entre la première palée et la deuxième, au milieu du tablier, on a obtenu la cote. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,960

3° Entre la deuxième palée, à gauche de l'escalier, on a obtenu la cote. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,955

Ces trois points ayant été relevés et déterminés, on a divisé la superficie de $32^m{,}12$ du tablier en 32 parties égales au moyen de traits à la craie, et on a procédé aux épreuves statiques avec des coussinets en fer du poids de 14 kil.

La première expérience faite avec une charge de 6,429 kil. (459 coussinets répartis uniformément sur la surface du tablier) n'a donné, après une demi-heure, que des flexions presque nulles.

La deuxième expérience où la première charge, augmentée de 32 coussinets, représentait 214 kil. par mètre carré et s'élevait en totalité à 6,874 kil., soit 350 kil. de plus que la charge prescrite, a donné, après trois heures et demie d'intervalle, pour cotes de niveau sur les trois repères, $1^m{,}965$, $1^m{,}968$ et $1^m{,}964$, et, par conséquent, pour maximum de flexion aux mêmes points, $0^m{,}005$, $0^m{,}008$ et $0^m{,}009$.

Pendant la surcharge, on a examiné les joints de tous les côtés, et on n'a remarqué ni dérangement dans les fers ni tassement dans les maçonneries.

Ces expériences faites, les coussinets ont été enlevés, et on a constaté que les poutres étaient revenues à leur niveau primitif.

Le résultat de ces épreuves a montré qu'il y avait toute sécurité de résistance, et que, dès lors, la passerelle dont il s'agit pouvait être livrée à la circulation.

VIADUCS SOUS RAILS (*passages au-dessus des routes, chemins, cours d'eau*, etc.). — L'exemple qui va suivre s'applique à un pont métallique sous rails de 8 mètres d'ouverture, franchissant une route départementale et ayant à résister au passage des locomotives et des trains dans les conditions prévues par la circulaire ministérielle précitée du 26 février 1858.

Les deux voies sont séparées l'une de l'autre; à chacune d'elles sont accolés deux trottoirs.

Chaque voie est supportée par deux poutres en tôle de $0^m,50$ de hauteur, placées à $0^m,25$ en dehors des rails, et conséquemment distantes entre elles de 2 mètres environ. Ces deux poutres à double T, encastrées à chacune de leurs extrémités sur des culées en maçonnerie de $1^m,60$ de largeur, sont reliées transversalement par des entretoises en tôle de $0^m,25$ de hauteur, formant traverses, et au-dessus desquelles sont posées des longrines en bois supportant les rails. Ces longrines, entaillées de 5 centimètres à leur rencontre avec les entretoises, étaient réunies à leur partie supérieure par une plaque de tôle formant le dessus du tablier du pont.

En cours d'exécution et pour des motifs de sécurité, on a pris le parti de doubler chacune des poutres qui supportent la voie; chaque rail est actuellement supporté par des poutres jumelles; on a ainsi réduit à 1 mètre l'écartement des deux poutres intérieures. Le tablier de tôle a été remplacé par une couche de ballast reposant sur un platelage; les trottoirs ont également été formés de ballast.

D'après les conditions d'approbation du projet, les fers et les tôles du viaduc ne devaient pas travailler, sous la charge d'épreuve, à plus de 6 kil. par millimètre carré, et les calculs à présenter par les ingénieurs du chemin de fer devaient justifier de l'observation de cette disposition. En outre, avant de livrer le passage à la circulation publique, l'épreuve des tôles devait être effectuée avec des charges mortes calculées à raison de 5,000 kil. par mètre courant de chacune des deux voies établies entre les culées du viaduc.

*Épreuves du viaduc de 8 mètres.* — Pour mesurer les flexions des poutres, on s'est servi d'une règle en métal, en forme de T, suspendue à un clou *c*, et mobile autour de ce clou (fig. 1. pl. XIII). La poutre était rigidement assemblée, à l'aide d'une planche, avec l'un des petits bras de la règle, à $0^m,20$ de l'axe de rotation; son mouvement se transmettait ainsi au grand bras qui portait à 2 mètres de distance une pointe horizontale agissant sur une ardoise. Un ressort assurait, au moment voulu, le contact de la pointe et de l'ardoise. Le tout était supporté par un bâtis en charpente, indépendant du tablier du pont.

On a procédé successivement aux épreuves des deux voies de droite et de gauche, en employant comme poids mort une machine à mar-

chandises pesant 36 tonnes avec l'eau et le coke, et dont les essieux extrêmes étaient distants de $3^m,34$. Dans chacune des deux expériences, la machine amenée au milieu du viaduc a déterminé les flexions suivantes : voie de droite (rails nos 1 et 2) $0^m,004$ et $0^m,0056$; — voie de gauche (rails nos 3 et 4) $0^m,0056$ et $0^m,0057$.

La machine étant éloignée, les poutres ont repris exactement leur position primitive.

Les épreuves de poids roulant, faites sur chacune des deux voies de droite et de gauche, d'abord avec la même machine à marchandises, lancée à des vitesses alternatives de 20 kilom., de 30 kilom., et de 45 à 50 kilom.; et ensuite avec une machine affectée à la traction des voyageurs, du poids de 28 tonnes, circulant à des vitesses alternatives de 45 kilom., et de 60 à 65 kilom., ont produit, savoir : 1° La machine à marchandises, des flexions qui se sont élevées à $0^m,0087$ et $0^m,0110$ pour les rails de la voie de droite, et à $0^m,0060$ et $0^m,0065$ pour ceux de la voie de gauche; 2° la machine à voyageurs, des flexions maxima de $0^m,0058$ et $0^m,0049$ (rails de la voie de gauche).

Pour compléter ces épreuves, la machine à marchandises a été ramenée, un peu plus tard, sur chacune des voies de droite et de gauche du viaduc, et y a été laissée pendant 14 heures consécutives. Cette charge n'a pas occasionné de flexion supérieure à celles indiquées ci-dessus, et les poutres ont repris ensuite leur position primitive.

Il a été constaté, d'ailleurs, à l'aide d'un niveau, qu'aucun tassement ne s'était produit dans les maçonneries, et ces divers motifs ont engagé les ingénieurs à conclure à la réception du pont.

L'appareil ci-dessus décrit et représenté à la planche XIII, figure 1, a exactement reproduit, en les décuplant, les traces des flexions des poutres; mais dans des épreuves plus récentes on a substitué à cet appareil le système indiqué ci-après :

On place sous chacune des poutres une aiguille composée de 2 bras inégaux : l'un de $0^m,05$, et l'autre de $0^m,50$ (Voir Pl. XIII, fig. 2). L'axe de rotation de cette aiguille est fixé à un échafaudage parfaitement rigide et indépendant du tablier du pont. Le milieu de chaque poutre s'appuie sur l'extrémité du petit bras qui porte une pointe coudée. Contre la pointe du grand bras, on fixe un cadran divisé en centimètres et demi-centimètres, en sorte qu'on peut apprécier des mouvements de 1/2 et même de 1/4 de centimètre de l'aiguille qui correspondent à des mouvements de 1/2 et 1/4 de millimètre sur les poutres en épreuve.

La différence des deux systèmes consiste en ce que, dans un cas, le second bras de l'aiguille est horizontal, tandis que dans l'emploi de la règle en métal, en forme de T, le grand bras est vertical.

Grands ponts. — Pour donner tout l'intérêt possible à cette notice, nous croyons devoir résumer, sinon le compte rendu des expériences très-nombreuses et très-détaillées auxquelles a été soumis le pont monumental à charpente métallique établi sur la Garonne à Bordeaux, à la

jonction des chemins de fer d'Orléans et du Midi, du moins les particularités les plus importantes de ces épreuves.

Le grand pont, sur la Garonne, est composé de sept travées, dont les extrêmes ont chacune une ouverture de 57m,36 mesurées entre le parement de la culée et l'axe de la pile voisine; et les intermédiaires chacune 77m,06 mesurées entre les axes des piles. Les culées sont des massifs de maçonnerie, portés sur des pilotis. Celle de droite a été établie au bord et en dehors du chemin de halage, celle de gauche, dans le lit même du fleuve, mais en arrière de l'alignement fixé par les projets d'amélioration de la Garonne, pour les nouvelles berges. Des remblais apportés par les compagnies, tant en avant qu'en arrière de la culée, sous le viaduc contigu, ont relevé le relief au niveau fixé par les mêmes projets et qui est un peu inférieur à celui de la chaussée qui longe actuellement le quai. Chaque pile est formée de deux colonnes en béton, de 3m,60 de diamètre, descendues dans le lit du fleuve, jusqu'au dessous des affouillements possibles, soit à une profondeur variable de 14 mètres à 15m,70 au-dessous de l'étiage.

Ces massifs de béton sont contenus dans les tubes en fonte épais de 4 centimètres, dont l'enfoncement auxdites profondeurs a été obtenu au moyen de l'air comprimé; ils reposent sur une couche de gravier pur et même ils y sont enfoncés de plusieurs mètres. Un lit en blocs de granit, de fortes dimensions, surmonte chacun de ces massifs et reçoit immédiatement la double table de fonte qui supporte la poutre en tôle de chaque tête; de même sur les culées. Ces tables ont été faites en deux parties, se touchant par un lit parfaitement de niveau, afin de se prêter au jeu de la dilatation de la superstructure métallique; mais en réalité le mouvement de ces glissières n'est sensible qu'aux extrémités sur les culées.

La charpente est formée de deux poutres de têtes hautes de 6m,35, laissant entre elles un passage libre de 7m,60, et reliées, à intervalles de 3m,58, par de fortes pièces de pont qui supportent le plancher et servent en même temps avec leurs longerons et leurs écharpes à entretenir les poutres; celles-ci sont contreventées aussi à leur partie supérieure; chaque poutre offre, haut et bas, une table horizontale continue, large de 0m,88, et d'une épaisseur variant selon les efforts qu'elle doit supporter; cette table est reliée de chaque côté à deux larges feuilles verticales, rendues solidaires par des poteaux montants, placés au droit des pièces de pont et par des diagonales croisées entre ces poteaux. En approuvant sous diverses réserves de détail les projets de cet ouvrage, l'administration supérieure a prescrit de lui faire subir, après l'exécution, les épreuves marquées par l'instruction générale du 26 février 1858.

A la suite du pont est établi un viaduc de 132 mètres divisé en 19 travées, formées de poutres en tôle. Mais nous ne parlerons que pour mémoire de cet ouvrage dont les épreuves ont d'ailleurs été faites séparément.

Pour des motifs qui se rapportaient, d'une part, à la nécessité de ne pas trop subdiviser et prolonger les épreuves de poids mort, afin de ne

pas retarder la mise en service du nouveau raccordement; et, d'autre part, aux difficultés que présentaient pour les épreuves de poids roulant les courbes alternes de très-faible rayon, existant aux abords du pont, l'administration supérieure, par dérogation aux dispositions de l'instruction réglementaire du 26 février 1858, a consenti, sur la demande de la compagnie :

« 1° A la dispenser des épreuves par travées sur chaque voie successivement.

« 2° A laisser faire les épreuves partielles par travées et sur les deux voies, simultanément, en opérant sur plusieurs travées en même temps, mais séparées par des intervalles de deux travées laissées libres entre les travées éprouvées.

« 3° A réduire les épreuves à faire au poids roulant, à celles qui sont prescrites pour les trains de marchandises, sous la condition que, dans le service, la vitesse des convois sera réglée sur celle qui aura servi de base aux épreuves à poids roulant. »

La compagnie a présenté, pour faire le chargement au poids mort, des wagons de travaux de diverses dimensions, dont elle avait exhaussé les parois, de manière à contenir un volume de gravier suffisant pour fournir un poids de 4 tonnes par mètre courant.

Ce poids par mètre courant a été calculé pour chaque wagon, en divisant le chargement total (tare du véhicule et poids du gravier à raison de $1^t,800$ par mètre cube) par la longueur des longerons du wagon entre les extrémités des tampons.

La compagnie a, en outre, fourni (pour l'épreuve particulière du viaduc faisant suite au pont) des locomotives mixtes (machines tender) d'un poids de 35 à 38 tonnes (le tender rempli d'eau et chargé de charbon), et d'une longueur de $4^m,70$ entre les essieux extrêmes, et aussi des machines Enghert d'un poids total de 56 tonnes, occupant entre leurs essieux extrêmes une longueur de $6^m,72$. Les expériences faites avec ces machines, dont chacune des premières chargeait exactement une travée de $7^m,20$, et les secondes, les travées de $9^m,05$, présentent naturellement moins d'intérêt que les épreuves des travées gigantesques de 77 mètres adoptées pour le pont proprement dit; nous nous occuperons donc uniquement de ces dernières épreuves, c'est-à-dire de celles où le chargement au poids mort a été principalement effectué au moyen de wagons du service des travaux.

Dans chacune des expériences, les chargements faits pendant une journée n'étaient enlevés que plusieurs heures après, ou même le lendemain, après vérification des résultats de l'opération, au moyen de nivellements rattachés à des repères invariables placés sur les échafaudages.

On a soumis successivement aux épreuves de poids mort : 1° Les travées n$^{os}$ 5 et 2 (en comptant de la rive droite à la rive gauche); 2° les travées n$^{os}$ 6 et 3; 3° les travées n$^{os}$ 7, 4 et 1; 4° la voie d'amont en son entier; 5° la voie d'aval; 6° enfin les deux voies du pont.

Comme il serait trop long de résumer ici toutes ces expériences, nous

mentionnerons seulement celles qui ont eu quelque influence sur la travée centrale (portant le n° 4) dont nous avons représenté graphiquement les divers mouvements à la planche XIII, figure 3, conformément aux indications du dessin d'ensemble joint aux procès-verbaux d'épreuves[1].

Cette dernière travée n° 4 et celles n°s 1 et 7, adjacentes aux culées, ont été chargées, la première de 30 wagons et chacune des deux autres de 22 wagons. Le chargement commencé à 3 heures n'a été terminé qu'à 8 heures du soir. L'enlèvement de la charge a eu lieu le lendemain de 11 heures 1/2 du matin à 3 heures du soir, après un stationnement de plus de 15 heures. Les flèches observées, à diverses reprises, sous la charge, n'ont dépassé en aucun point de l'amont ni de l'aval 36 millimètres (maximum de flexion de la travée 4, côté amont). — Une heure après l'achèvement de l'opération les poutres avaient repris leur position primitive.

La voie d'amont a été chargée en son entier de 91 wagons divers formant ensemble la longueur comprise entre les culées. La durée du chargement a été de 4 heures et celle du stationnement de 8 à 9 heures. Les flexions trouvées sensiblement pareilles ont atteint au maximum $15^{mm}$ ($11^{mm}$ pour la travée n° 4). — La poutre aval a pris en même temps des flèches de 3 à $9^{mm}$ suivant les travées ($6^{mm}$ à la travée n° 4). Pendant le dégagement du pont les flèches ont varié selon la position de la charge restante, et après l'enlèvement complet le niveau primitif a été repris, au moins sur les seuls points qu'on a pu vérifier à cause de l'heure avancée. Le lendemain les poutres ont été nivelées de nouveau et cette vérification n'a accusé qu'une différence peu appréciable.

Le jour suivant, des opérations analogues à celles de la voie d'amont ont été faites pour la voie d'aval. Les flèches observées à divers intervalles variaient avec la position de la charge. Ainsi une travée libre se relevait

1. Ce dessin d'ensemble faisait ressortir distinctement et séparément en regard des élévations d'amont et d'aval, et avec des légendes explicatives : 1° les courbes des poutres dans les diverses travées pendant l'action du travail; savoir les courbes projetées pour le montage des travées; — id. des travées après leur montage; — id. de la troisième travée après son décalage; — id. de la deuxième et de la troisième travée après le décalage de la troisième; — id. de la première et de la deuxième travée (côté aval) après le décalage de la première; — id. de la quatrième, de la troisième et de la deuxième travée (côté amont) après le décalage de la quatrième; — id. de la cinquième après son décalage; — id. de la sixième après son décalage; — enfin des diverses travées après le décalage total et avant les épreuves; 2° les courbes des poutres (amont et aval) dans les diverses travées du pont pendant les épreuves de poids mort faites sur les travées et les voies spécialement soumises aux expériences; 3° Enfin les courbes des poutres (amont et aval) dans les diverses travées rapportées par leur position primitive supposée droite.

Nous n'avons pu reproduire en entier ces indications graphiques, mais nous espérons que la planche XIII fig. 3, en donnera une idée suffisante, bien qu'elle ne se rapporte qu'à une seule travée, et que nous ayons dû grouper pour chacune des poutres d'amont et d'aval les courbes de travail et celles des épreuves de chargement. Nous avons même dû, pour plus de clarté, supprimer dans l'élévation d'aval le dessin de la poutre elle-même ainsi que le tracé de la courbe projetée pour le montage des trains, en conservant d'ailleurs les autres indications générales pouvant présenter le plus d'intérêt.



notablement quand on chargeait la travée voisine. Après le chargement complet aucune travée n'a fléchi au delà de 18mm à l'aval et de 10mm à l'amont (voie restée libre). — Pour la travée nº 4 le maximum de flexion a été de 10mm à l'aval et 4mm à l'amont. On a constaté en même temps que la charpente métallique s'était déversée légèrement vers l'amont, soit de 7mm pour la 5e travée et de 4mm pour la 7e. Immédiatement après la décharge, les poutres, dans les travées que l'on a pu exactement vérifier, ont repris leur position primitive, à l'aval; à l'amont, elles ont paru s'être relevées de 1 à 2 millimètres [1].

Enfin les deux voies du pont ont été chargées pendant huit heures au moyen de divers wagons et de deux machines Enghert. Les flèches vérifiées à trois reprises après l'opération n'ont produit à l'amont et à l'aval que des flexions de 22 à 23mm et au-dessous. Ces flexions ont à peu près complétement disparu après que le pont a été débarrassé de sa charge.

*Épreuves du poids roulant.* — Les épreuves au poids mort ainsi accomplies avec des résultats satisfaisants, on a fait les préparatifs nécessaires pour recueillir l'indication des mouvements que devait subir le pont au passage des trains en circulation. A cet effet, des feuilles de zinc perpendiculaires à l'axe du pont ont été placées verticalement sur les échafaudages encore subsistants sous les 4e, 5e, 6e et 7e travées. Au droit de ces feuilles solidement assujetties, les poutres portaient une pointe fine d'acier, contre laquelle les feuilles étaient pressées par un ressort, de manière à y tracer les lignes que, dans la trépidation produite par le passage des trains, elle devait décrire. Une feuille était placée tant en amont qu'en aval, au droit du milieu desdites quatre travées; et en outre, il en avait été placé près des 5e, 6e et 7e travées au premier quart et au troisième quart de leur ouverture [2].

Sur les autres travées nos 1, 2 et 3, les échafaudages ayant été démolis longtemps avant le commencement des épreuves, la compagnie a été dispensée, par décision de l'administration supérieure, de les rétablir pour servir à ces expériences; on n'a trouvé aucun moyen d'y suppléer, et en conséquence les observations ont été restreintes aux quatre dernières travées.

1. Pendant les épreuves, la température a varié en raison de l'heure et aussi de l'état du ciel (serein ou couvert). Il en est résulté des mouvements très-sensibles sur les glissières de deux culées en dilatation le jour ou retrait la nuit. Ils ne se sont pas manifestés sur les piles; on doit croire qu'elles ont suivi le mouvement de la superstructure métallique et qu'elles se sont inclinées vers la culée la plus proche ou vers le milieu du fleuve, selon qu'il y a eu allongement ou retrait sur la longueur initiale de chaque travée au moment de la pose. Mais avant d'avoir acquis la tension suffisante, pour entraîner par frottement les piles dans leur mouvement de dilatation, les travées ont pu s'arquer légèrement et se soulever sensiblement surtout en leur milieu.

2. Si nous avons bien compris le système graphique adopté pour les épreuves du poids roulant du pont de Bordeaux, les traces de flexion sous la pression des trains étaient reproduites simplement en grandeur naturelle et ne se trouvaient pas décuplées comme dans l'emploi de l'appareil indiqué à la pl. XII, fig. 1 et 2.



On a procédé successivement à diverses épreuves de poids roulant :

1° *Sur la voie d'aval*, avec des vitesses de 35 kilom. sur les travées 7, 6, 5, 4, et de 70 kilom. dans le surplus. — Autre épreuve, vitesses correspondantes de 36 kilom. et 40 kilom. — Autre épreuve, vitesses de 25 kilom. et 23 kilom. — Refoulement du train, après ces trois expériences, à une vitesse de 7 kilom. 1/2 à l'heure.

2° *Sur la voie d'amont*, vitesse de 30 kilom. — Refoulement à une vitesse de 7 à 8 kilom. — Nouvelle épreuve à une vitesse de 17 kilom.

3° *Sur les deux voies*, les trains marchant dans le même sens avec une vitesse de 25 kilom. — Refoulement du train, vitesse de 7 à 8 kilom. — Nouvelle épreuve à une vitesse de 17 kilom.

4° *Sur les deux voies*, les trains marchant en sens inverse, vitesse de 21 kilom. et 15 kilom. — Refoulement du train à une vitesse de 7 à 8 kilom.

Les trains servant aux expériences étaient généralement formés de deux machines Enghert en feu (du poids de 56 tonnes chacune) et de 14 à 16 wagons de matériaux pesant chacun de 14 à 16 tonnes, avec leur chargement. — Chaque convoi se développait sur une longueur de 102 à 108m. Ces diverses conditions ont été adoptées comme maximum à réaliser par l'exploitation.

Il serait difficile de donner une idée même approchée des figures qu'a tracées au passage des trains chaque pointe d'acier sur la feuille de zinc qui lui était opposée. Non-seulement les grands mouvements de la charpente métallique y sont marqués, mais encore les moindres frémissements du tablier y ont laissé leur empreinte, soit pendant le passage du train sur la travée même à laquelle était attaché le stylet, soit avant d'y parvenir ou après l'avoir dépassé, alors qu'il parcourait les autres travées. Toutefois dans ces figures on distingue très-nettement l'amplitude maximum que le tablier a atteinte, soit dans son abaissement lorsque la charge lui était immédiatement imposée, soit dans son soulèvement lorsqu'on était sur les travées adjacentes. Cette amplitude, comme on devait s'y attendre, est plus grande pour le point milieu de la travée que pour les autres indices placés au quart de son ouverture.

On reconnaît très-nettement encore que le tablier s'est déversé vers l'amont, au moment où la travée observée entrait en charge, et qu'il se déversait vers l'aval, au contraire, lorsqu'il était soulevé.

La description des expériences dont il s'agit nécessiterait de longs développements accompagnés de tableaux indiquant pour chacun des points observés sur les diverses travées, à l'amont et à l'aval, les flèches maxima, le déversement ou écart et enfin l'amplitude horizontale du tablier. Nous devons nous borner à faire connaître que dans les épreuves où le pont a eu à résister aux efforts les plus intenses de chargement et de vitesse des convois, toujours dans la limite prévue pour le service de l'exploitation, le maximum de flexion observé au milieu des travées n'a pas dépassé 20mm,5 (travée n° 6) et 20mm (travée n° 4) pour l'épreuve sur l'une des voies (le soulèvement correspondant de l'autre voie non chargée étant de 4mm,5.) — Pour l'épreuve sur les deux voies (trains mar-

chant dans le même sens), les chiffres correspondants sont de $31^{mm}$ et $7^{mm},5$. — Idem (trains marchant en sens contraire et se croisant sur la travée n° 5), chiffres correspondants $31^{mm}$ et $8^{mm}$ (milieu de la travée n° 5).

Le déversement ou écart moyen ne s'est élevé, en aucun point, au delà de $3^{mm},5$.

Enfin l'épreuve spéciale d'une pièce de pont faite au moyen du stationnement pendant une heure des deux trains sur la 7e travée a produit un maximum de flexion de $19^{mm}$, flèche qui a disparu avec le chargement.

Pendant ces diverses opérations la température n'a varié qu'entre 15°5 et 16°5 centigrades, d'où est résulté un mouvement de dilatation de 0 à $3^{mm}$ suivi d'une contraction de $1^{mm}$, mesurés à l'extrémité droite du pont.

*En résumé*, le pont à travées métalliques de Bordeaux a supporté toutes les épreuves prescrites sans que son élasticité en ait été altérée.— Sous le poids mort, couvrant toutes les voies, les travées extrêmes (ouv. $57^{m},36$) ont pris une flèche de $17^{mm}$ et les intermédiaires ($77^{m},06$), une flèche de $22^{mm}$. Dans les épreuves par travées isolées la flèche a été pour les premières de $24^{mm}$ au maximum, et pour les autres de 34 à $42^{mm}$.

Sous le poids roulant, les flèches ont été de 15 et de $20^{mm}$ pour les travées extrêmes et intermédiaires respectivement au passage d'un seul convoi; elles se sont élevées à 22 et $31^{mm}$ au passage simultané de deux convois de front.

Ces résultats et ceux non moins favorables des épreuves spéciales du viaduc, faisant suite au pont, ont paru assez satisfaisants pour motiver l'autorisation d'ouvrir au service l'important ouvrage d'art qui, en soudant les réseaux d'Orléans et du Midi, a fait disparaître d'une manière si avantageuse l'unique solution de continuité de la grande ligne de Paris à Madrid.

OUVRAGES DISPENSÉS DES ÉPREUVES. — Bien que la transition du pont de Bordeaux aux ouvrages dont nous allons parler en terminant cette notice soit un peu forte, nous ne croyons pas indifférent de faire connaître, comme indication de la règle à suivre pour déterminer ceux des ponts métalliques de faible longueur à soumettre aux épreuves, que d'après l'avis d'une commission chargée récemment de la réception d'une des lignes de chemin de fer du réseau de Lyon, les ponts métalliques de 3 à 4 mètres d'ouverture pouvaient être considérés comme suffisamment éprouvés par le passage des trains de ballast; mais qu'il y avait lieu de faire subir aux ponts de 8 mètres l'épreuve réglementaire. Cette proposition ainsi formulée a été admise et adoptée par l'administration des travaux publics.

G. PALAA.



# CHARIOT ROULANT POUR CHEMIN DE FER
## WAGONS ET MACHINES,

Par M. **AUSCHER**, Ingénieur civil.

PLANCHE XIV.

---

On a cherché longtemps en Allemagne un système de chariot roulant qui pût, sans nécessiter les fosses, desservir les remises de machines locomotives. L'importance d'un bon emploi des terrains pour l'organisation de ces voies n'échappera pas à nos lecteurs, car d'une bonne ou mauvaise disposition résultent des frais généraux très-différents.

Il existe deux espèces de dépôts de machines : ceux qui fournissent les locomotives destinées à la conduite des trains et ceux intermédiaires d'alimentation où se trouvent les machines de réserve ou de renfort. Les dépôts principaux comprennent les remises des machines et tenders; des voies de service et de stationnement, des plaques tournantes mues à bras ou à la vapeur pour tourner machines et tenders, et les appareils d'alimentation, enfin les provisions de charbon. La question la plus intéressante est donc de pouvoir déplacer *une machine sans toucher aux autres*, en faisant toutes les manœuvres à la vapeur par les machines allumées et en évitant de déranger les machines éteintes. Il faut observer aussi qu'une des bonnes conditions d'un atelier de dépôt est que la surveillance générale soit facile. Il y a évidemment une diminution importante dans les frais généraux là où les manœuvres, si lentes et si difficiles sur les machines éteintes, ont été supprimées ou réduites à leur minimum. L'organisation d'un dépôt exige encore des écoulements faciles et bien ménagés pour la vapeur et la fumée. On évite ainsi de gêner les ouvriers dans leur travail. Les pièces de métal sont d'ailleurs sujettes à l'oxydation et cette considération serait à elle seule suffisante pour que l'attention de l'ingénieur se porte sur cet objet. Ces dépôts doivent être parfaitement éclairés, de telle sorte qu'on puisse toucher avec connaissance de cause à toutes les parties des machines.

Chaque dépôt doit être calculé de manière à satisfaire largement aux exigences du service. Il convient, en effet, de laisser autour de chaque machine un espace suffisant pour y déposer les pièces démontées. Enfin, comme dernière condition, en hiver, jamais la température ne doit s'abaisser jusqu'au point de congélation de l'eau.

De là on a déduit le système de :

1° Bâtiments rectangulaires, avec voies parallèles desservies par une série de plaques tournantes.

2° Bâtiments rectangulaires à voies parallèles desservies par chariots roulants à l'extérieur.

3° Bâtiments rectangulaires à voies parallèles, avec chariot roulant intérieur.

4° Bâtiments rectangulaires divisés : trois voies dans la longueur; rails transversaux avec écartement des voies égal à deux longueurs de machine; plaques tournantes aux croisements.

5° Bâtiments rectangulaires, mais tout le système de voies divisées, avec changements de voies disposés comme ci-dessus à l'extérieur.

6° Bâtiments de forme demi circulaire; plaque tournante au centre, unique, pour tous les mouvements à opérer.

7° Bâtiments de forme polygonale, couverts entièrement.

Dans le premier système, (plaques tournantes), les frais d'établissement sont très-coûteux.

Le chariot roulant à l'extérieur ne peut desservir qu'une seule rangée de machines.

Le chariot roulant à l'intérieur en dessert deux, mais emploie une grande surface qui est couverte et qui revient fort cher. La manœuvre était lente et pénible, et l'on était souvent forcé d'employer la vapeur pour en tirer parti : la disposition dont nous donnons aujourd'hui le dessin remédie à ces inconvénients au moins partiellement.

Le quatrième système force souvent à séparer les tenders des machines, opération qui, fréquemment répétée, devient onéreuse et coûteuse pour l'exploitation.

Le système cinq supprime beaucoup de main d'œuvre.

Le système six oblige à avoir de trop grandes surfaces couvertes, mais la surveillance est très-facile. La plate-forme est à deux sens : on peut tourner les machines d'un autre dépôt qui repartent et faire passer les locomotives d'une voie de la remise à l'autre.

Les plaques tournantes s'usent très-vite; l'espace occupé est considérable en raison des formes du bâtiment. Mais, en tous cas, l'appareil demi-circulaire a le grand avantage de ne couvrir réellement que les surfaces qui sont utilisées au remisage.

Cette méthode conduit à une autre disposition qui en est la conséquence, celle d'une série de voies parallèles desservies par une voie unique avec une seule *plate forme* sur cette dernière. La liaison entre les rails s'opère facilement.

Avant de donner la description du chariot roulant, nous rappellerons en quelques mots les données sur les dépôts de chemins de fer des ingénieurs les plus expérimentés (Perdonnet, *Portefeuille des ingénieurs*, etc.).

1° Ne pas se restreindre aux dimensions actuelles des machines lorsqu'on construit ces dépôts, pour pouvoir profiter plus tard des améliorations qui seraient apportées à la construction et qui nécessiteraient des espaces plus considérables.

2° Avoir un éclairage parfait et des jours par des fenêtres descendant jusqu'aux fosses. — Châssis vitrés dans les couvertures.

3° Ouvertures sous les sablières pour les dégagements; fermeture facile en hiver. Cheminées mobiles à cône renversé venant s'appliquer sur les cheminées des machines à mettre en feu et accélérant cette opération. Ces cheminées empêchent aussi la fumée de se répandre et de détériorer les pièces des machines. Profondeur des fosses $0^m,80$ à $0^m,90$; Fond pavé

et incliné. Caniveau de dégagement pour l'écoulement des eaux. Charpente en bois ou fer avec cheminée. Rejeter l'emploi du zinc, qui se corrode et est détruit rapidement. Dans l'intérieur de chaque dépôt doivent être réservées une voie d'alimentation, des voies de stationnement et une voie spéciale pour le lavage des machines. On se sert ou de grues fixes, et on déplace autant que faire se peut les machines, ou de grues roulantes.

A l'usine allemande de Borsig (Berlin), on a trouvé utile de créer un type spécial de chariot roulant pour machines et voitures. On avait des ateliers de peu de profondeur avec une seule rangée de machines seulement à desservir. On voulait, sans employer des fosses qu'il faut éclairer le soir pour éviter les accidents, qui sont coûteuses et prennent beaucoup de place, transporter les machines d'une voie à une voie perpendiculaire. Devant chaque porte de remise il eût fallu une plaque tournante : on aurait fait arriver la machine sur cette plaque, on l'aurait conduite parallèlement au mur de l'atelier jusqu'à l'angle et on eût été forcé de faire là une nouvelle manœuvre.

Voici sur quelles bases a été construit le chariot dont nous donnons ici la description. Il est formé de poutres en treillis toutes reliées ensemble, entretoisées et consolidées de manière à constituer un cadre rectangulaire reposant sur quatre galets. La résistance du plancher se reporte sur les parois latérales qui, elles-mêmes, sont réunies au plafond supérieur. Toutes ces pièces sont solidement unies, soit au moyen de rivures exécutées avec le plus grand soin, soit au moyen de fers à cornières. Les poutres verticales F (*fig.* 2, Pl. XIV) sont en forme de solide d'égale résistance. Toutes ces poutrelles sont unies par deux vis à écrous. Elles sont au nombre de six dans le sens longitudinal de l'appareil. Elles sont en fonte : ce sont les seules pièces qu'on ait été conduit à couler pour y trouver les paliers nécessaires pour supporter les mouvements. On avait aussi intérêt à les fabriquer de cette manière, malgré l'élévation du poids de l'appareil qui en était la conséquence, pour faire venir avec facilité les nervures dont on avait besoin pour la solidité du chariot. Les armatures transversales supérieures sont boulonnées ou rivées à volonté. Des cornières obliques de grande dimension opèrent la juxtaposition la plus complète du plancher inférieur avec les parois latérales. Les calculs qui s'appliquent à toutes ces pièces sont ceux relatifs à l'établissement des ponts en treillis, avec cette différence que l'écartement des points d'appui est ici très-faible et la charge très-considérable. Il est utile aussi de donner une certaine augmentation de dimension aux parties en raison de la mobilité du système complet qui peut offrir quelques inconvénients lorsqu'il éprouve quelque choc accidentel. Il ne faudrait pas cependant assimiler ces pièces à des organes de machines en mouvement. Les galets D (fig. 1. Pl. XIV) sont en fonte et sont clavetés sur les arbres, maintenus sur les supports venus sur les poutrelles ou boulonnés sur ces dernières. La manivelle A meut l'arbre B qui, conduisant C, déplace les galets D et par suite tout l'appareil. Les arbres marchent dans des coussinets en bronze faciles à graisser et à visiter. Des pièces obliques E viennent entretoiser toutes les poutrelles et donner la rigidité suffisante à l'ensemble. En

résumé, les calculs qui ont servi dans l'établissement du chariot sont ceux qui s'appliquent à un solide rectangulaire reposant sur deux appuis et chargé de poids non uniformément répartis, ce qui est le cas le plus fréquent et le plus désavantageux en pratique.

Pour revenir à la question de transport des machines, supposons qu'il s'agisse de faire le passage d'une voie à une voie perpendiculaire. Au point de croisement des deux voies se trouve une plaque tournante, et le chariot chargé et mis en mouvement à bras d'hommes vient se placer sur cette plaque. Il est muni de deux entonnoirs en fonte posés sur les côtés et présentant l'apparence de deux cônes ouverts. On place des leviers dans l'intérieur de ces cornets, et on décrit un quart de cercle qui permet en même temps le déplacement de la plaque sur son pivot et celui de la charge qu'elle supporte. Dans l'atelier dont nous parlons ici se trouvent à l'extrémité de cette seconde voie perpendiculaire, les pistons d'une presse hydraulique qui soulèvent la machine et lui font regagner la différence de hauteur existant encore entre le plan de la sortie de l'usine et l'usine elle-même. Cette deuxième disposition ingénieuse montre l'excellent parti qu'on peut tirer des pressions d'eau, disposition que l'ingénieur anglais Armstrong a généralisée. Mais nous n'avons voulu ici qu'appeler l'attention sur ce type de chariot roulant, qui se manœuvre facilement avec les plus fortes charges jusqu'au point de croisement des voies.

Deux autres solutions de la même question ont été indiquées par les ingenieurs allemands, permettant toutes les deux de renoncer aux fosses. La première a été reproduite dans l'*Organ der Forschritte des Eisenbahnwesens*, que nous citons ici pour nos lecteurs que le sujet intéresse spécialement.

Elle consiste à faire un chariot formé d'un simple plancher avec parois surélevées à une faible hauteur permettant de reporter d'une certaine quantité en élévation latérale les supports des galets. La fosse est donc complétement remplacée par des roues à centre relevé sur le chariot. On peut ainsi desservir, au moyen d'un appareil moins coûteux que celui décrit précédemment et aussi sûr, un atelier ou une remise de voitures. La disposition décrite ici en quelques mots est utilisée avec succès à la gare de Berlin-Hambourg, à Hambourg, et est due à M. Gruson.

La deuxième solution consiste en un chariot à quatre essieux perpendiculaires deux à deux. Les huit roues sont donc perpendiculaires elles-mêmes; quatre sont disposées dans un sens et quatre dans le sens opposé. Ces wagonnets ne peuvent s'appliquer que pour de faibles charges et ne peuvent plus servir pour des ateliers de machines ou des remises de dépôts. Par un mouvement de leviers mus à bras d'hommes on marche avec les deux premiers essieux ou avec les deux autres à volonté.

*Légende de la planche :*

Fig. 1. Élévation longitudinale.
A manivelle mue à bras d'hommes.
B transmission réduisant la vitesse au 1/5.
C transmission ramenant la vitesse au 1/3, soit au 1/15.
DD roues en fonte du chariot.
EE fers en treillis.

Fig. 2. Coupe transversale CD.
F Arcs-boutants verticaux (forme de solides d'égale résistance).
Fig. 3. Détail avec vue du coussinet et de l'assemblage avec le plancher.
D roue.
M cornière triangulaire.
Fig. 4 et 5. Détail de la transmission
Fig. 7. Arbre et galets roulant sur les rails.
Fig. 6, 8 et 9. Réunion des pièces à leur partie supérieure.

AUSCHER,
Ingénieur civil.

---

## TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES
### ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Locomotive à roues motrices horizontales. —** M. Séguier a rappelé que dans le mois de décembre 1843, il avait dit à l'Académie : « Si l'on combinait deux rouleaux de laminoir avec une pince de banc à étirer, si aux deux bras de cette pince on attelait un convoi par l'intermédiaire d'un double levier funiculaire, on créerait, pour un chemin de fer pourvu d'un troisième rail au milieu de la voie, un mode nouveau de locomotion plus sûr et plus économique que celui en usage aujourd'hui. »

Les avantages de son système frappèrent peu les esprits dans ce temps où le poids des locomotives construites encore dans les conditions de la plus grande légèreté suffisait pour leur faire trouver sur les rails l'adhérence nécessaire à la traction de convois dont les hardiesses d'exploitation n'avaient pas encore porté le nombre des wagons à celui toléré aujourd'hui.

M. Séguier se demande si ce n'était pas seulement au troisième réseau des voies ferrées, dont les travaux d'art ne sauraient être soldés par les bénéfices d'un immense trafic et le transport de voyageurs sans nombre, qu'il fallait réserver, pour avoir chance d'être accepté, un mode de traction qui permettra de réaliser, dans de triples conditions économiques de tracé, d'établissement et de traction, les nouveaux chemins de fer dont la France aspire à être pourvue.

L'honorable académicien fait remarquer que ce système vient de faire ses preuves. La traction par laminage a fait gravir des convois le long des flancs rapides et sinueux du mont Cenis; une locomotive énergique quoique très-légère a hissé à sa suite voyageurs et marchandises, sur des plans inclinés de 8 centimètres par mètre!

Une voie ferrée installée sur l'un des côtés de nos routes impériales n'offrirait pas de pentes pareilles; nos routes départementales, nos chemins de grande communication eux-mêmes, avec leur maximum de pente réglementaire de 5 centimètres, ne présenteraient point à vaincre de telles difficultés d'ascension.

Nos lecteurs se rappellent sans doute que nous avons donné de très-amples détails sur le chemin de fer expérimental à rail central du mont Cenis (4e année des *Annales du Génie civil*, pages 754 et suivantes). Ce système est connu sous le nom de M. Fell, qui, en décembre 1863, avait fait faire sur la ligne de Gromfordes High Peax, près Manchester, un certain nombre d'expériences qui avaient eu pour but de démontrer que l'ascension des pentes les plus rapides et la circulation sur les

terrains les plus accidentés pouvaient s'obtenir facilement. Mais quelques jours après (séance de l'Académie du 11 janvier 1864), M. Séguier réclamait pour la France le mérite de priorité d'un tel système, en rappelant, comme il vient de le faire de nouveau, qu'il avait démontré les avantages de ce mode de progression des machines locomotives plus de vingt ans auparavant.

Revenons maintenant à la communication actuelle : « Avec notre système de traction par laminage, dit M. Séguier, nos roues motrices horizontales étant serrées contre le rail intermédiaire par la seule résistance du convoi, le poids de la locomotive ne joue plus aucun rôle pour l'adhérence ; il peut dès lors être strictement réduit à celui des organes indispensables à la production de la force motrice. C'est ainsi que, composant notre moteur d'une puissante chaudière à double foyer en tôle d'acier, du poids de 18 tonnes, portée sur une plate-forme à trois essieux, et d'un mécanisme à quatre cylindres pesant 12 tonnes, destinés à faire tourner nos roues motrices horizontales, installées elles-mêmes dans un bâti supporté par deux essieux, nous arrivons très facilement à n'imposer à chacun des cinq essieux soutenant sur les rails la masse totale de 30 tonnes de notre moteur complet, qu'une charge de 6 tonnes, c'est-à-dire celle-là même qui pèse habituellement sur chacun des essieux des wagons de marchandises.

« La répartition sur les cinq essieux du moteur rendu possible par notre système réalise, sans exception, l'uniformité du chargement *maximum* de 6 tonnes ordinairement usité pour les essieux des wagons des chemins de fer; dès lors l'échantillon des rails, calculé aujourd'hui en vue du passage d'essieux moteurs chargés de 14 à 18 tonnes, pourrait être réduit sans inconvénient. »

Après avoir indiqué d'autres avantages du système de traction par laminage et avoir annoncé que M. Duméry, ingénieur civil, a été désigné directement par l'Empereur pour la réalisation pratique de ce système en France, M. Séguier a terminé sa communication en ces termes : « Les conditions économiques d'établissement et d'exploitation des chemins de fer du troisième réseau exigent évidemment des innovations capitales. Le mode de traction actuel, par le fait seul du poids des locomotives, doit être remplacé ; il entraîne trop de frais dans l'établissement et l'entretien de la voie; il amoindrit les profits de la traction par le transport de poids morts trop considérables.

« La locomotion rapide fait naître l'idée de puissance unie à légèreté. L'étude des êtres vivants nous démontre que c'est ainsi que le Créateur a résolu ce difficile problème. L'hirondelle dans l'air, le cerf sur la terre, le marsouin dans l'eau en sont des exemples frappants.

« Espérons donc qu'un système deux fois conçu en France, qui vient de faire preuve d'une possibilité pour nous jamais douteuse, hautement patronné par le chef de l'État qui en a eu lui-même la pensée, figurera à l'Exposition prochaine autrement que par la seule ascension du mont Cenis, réalisée sous la direction d'un ingénieur étranger. »

**Nouveaux dissolvants de l'or.** — M. Dumas a présenté une note de M. Nicklès sur de nouveaux dissolvants de l'or. Nous croyons devoir reproduire les conclusions du travail de notre collaborateur :

« En résumé, le nombre des dissolvants pour l'or est plus grand qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour; dans cette catégorie il faut ranger :

« 1° Les trois classes de composés que j'ai fait connaître sous le nom de *perchlorures*, de *perbromures* et de *periodures*, et qui appartiennent au groupe de corps que M. Dumas a appelé, dès 1828, les *composés singuliers*;

« 2° Les sesquichlorures, les sesquibromures et les sesquiodures peu stables, surtout quand ils se trouvent en présence d'un dissolvant tel que l'éther;

« 3° L'iode, dans certaines conditions *d'état naissant*, peut se combiner avec l'or. »

M. Nicklès a ajouté qu'il fera prochainement connaître le perchlorure de plomb $PbCl^2$ éthéré qui dissout l'or avec une grande facilité.

A. J.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### Compte rendu de ses Séances.

---

### SÉANCES DES 2 ET 16 MARS 1866

Dans la séance du 2 mars, M. Maldant a entretenu la Société d'un nouveau système de pompes, dites *pompes Lacour*, qui, d'après leur inventeur, aurait un effet utile de 95 p. 100 environ. M. Maldant pense que, bien que ce chiffre soit un peu exagéré, il ne s'éloigne pas de la vérité autant qu'on pourrait le croire.

Cette pompe est d'ailleurs d'un prix peu élevé, et, bien que l'idée sur laquelle repose sa construction ne soit pas tout à fait nouvelle, ses dispositions méritent d'être décrites.

C'est une pompe à double effet. Elle se compose d'un réservoir divisé en deux compartiments superposés par une plaque horizontale à joints étanches sur la paroi du réservoir. Le compartiment inférieur reçoit un tuyau d'aspiration. La plaque horizontale porte deux troncs de cône métalliques fixes faisant saillie sur la plaque. La petite base du tronc de cône est en haut et porte une soupape s'ouvrant de bas en haut. Une membrane flexible en cuir, en caoutchouc ou autre substance convenable, sert à relier la petite base de ce tronc de cône fixe avec un autre tronc de cône métallique mobile qui emboîte le premier, et qui, comme lui, porte une soupape à sa partie supérieure.

La membrane flexible est elle-même conique et a des dimensions telles qu'elle peut se replier entre les deux troncs de cône, en enveloppant celui qui est fixe.

C'est là toute la pompe. On conçoit que si les deux cônes mobiles sont reliés par des bielles à fourche à un balancier pouvant osciller autour d'un point fixe placé entre les deux bielles, lorsque l'on fera mouvoir ce balancier, l'un des troncs de cône s'abaissera pendant que l'autre s'élèvera. Dans ce double mouvement, la membrane flexible du cône mobile qui s'abaisse viendra épouser la forme du cône fixe, et le fluide compris dans la capacité formée par le cône mobile et la membrane, s'échappera par la partie supérieure; de l'autre côté, il se produira un effet inverse : la membrane flexible appliquée sur le cône fixe sera entraînée par le cône mobile, il se produira un vide dans la capacité formée par le cône mobile et la membrane; la soupape du cône fixe sera soulevée par la pression de l'eau, celle-ci se précipitera dans cette cavité. Puis dans le mouvement inverse du balancier, le cône supérieur s'abaissera et l'eau s'échappera par la soupape supérieure, tandis que l'autre système de cône produira l'aspiration.

Dans un modèle exposé à Bordeaux, et qui a valu à l'inventeur une médaille d'argent de première classe, le réservoir avait $0^m,25$ de long, $0^m,12$ à $0^m,13$ de large et $0^m,30$ de profondeur; les cônes avaient $0^m,08$ de diamètre à la base, et $0^m,04$ au sommet.

Avec une course de $0^m,035$ à $0^m,040$, on obtenait assez d'eau pour faire couler à plein jet un déversoir de $0^m,20$ de section, et en accélérant le mouvement, le réservoir débordait.

M. Maldant fait remarquer la facilité avec laquelle les matières étrangères peuvent s'échapper de cette pompe, puisque lorsque les cônes descendent, l'eau tend à s'échapper avec vitesse, en suivant un courant qui a la même inclinaison que les cônes et se dirige vers leur sommet, sommet qui n'est autre chose que la soupape d'évacuation.

A la suite de la communication de M. Maldant, la parole a été donnée à M. Tronquoy pour faire l'analyse de différentes communications faites à la Société de géographie par MM. William Huber, d'Abbadie et Bourdiol, sur le *Nivellement général de la France*, par M. Bourdaloue. Nous résumerons ici les points principaux de cette analyse; mais nous conseillons à nos lecteurs de se reporter aux notes originales elles-mêmes.

Le nivellement général de la France est une de ces opérations que son utilité incontestable ne permet pas d'ajourner longtemps; elle a reçu déjà les encouragements de l'État, qui a fait exécuter par l'habile ingénieur qui en a eu l'idée 14,000 kilomètres de nivellement, et a dépensé pour cela 700,000 francs.

Pour compléter ce travail, qui ne comprend encore que les voies principales, il reste à niveler 265,500 kilomètres pour lesquels la dépense est évaluée à 5,200,000 fr.

Nous croyons que la France est assez riche pour entreprendre immédiatement ce travail, qui, d'ailleurs, servira de base pour toutes les études de routes, de canaux, de chemins de fer, indispensables à la prospérité du pays qui réclame des moyens de transport économiques. L'agriculture, elle aussi, profitera du nivellement général, puisqu'il serait un guide sûr pour les travaux de drainage, d'irrigation, d'assainissement et de desséchement, dont les avantages ne peuvent être mis en doute par personne.

Par suite de la création de voies mieux étudiées, par un emploi plus raisonné des eaux, la prospérité générale s'accroîtrait, des exploitations de mines et de carrières seraient rendues possibles là où il a fallu y renoncer jusqu'à ce jour, des usines pourraient être créées sur des points où cela est impossible à présent.

Ainsi que nous l'avons dit, c'est à M. Bourdaloue, qui a nivelé l'isthme de Suez, que revient l'honneur d'avoir conçu l'idée du nivellement général de la France.

Il a exécuté en 1849, à ses frais, le nivellement général du département du Cher, où il est né.

Cette œuvre, qui figurait à l'Exposition de 1855, appela l'attention de M. Rouher, alors ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et le nivellement de la France fut décidé en principe.

L'État prit à sa charge le nivellement des grandes lignes, celui qui est exécuté maintenant, et offrit de donner la moitié des fonds nécessaires pour les lignes de second et de troisième ordre, si les départements participaient à la dépense pour l'autre moitié. Jusqu'à ce jour, les départements, sauf ceux du Nord et de l'Hérault, qu'on voit toujours à la tête du progrès, ont ajourné leur réponse ou leur acceptation, et pourtant on ne leur demandait que 3,000 fr. par an pendant dix ans!

Espérons qu'on pourra se passer de leur coopération directe, et que bientôt cette œuvre nationale sera reprise. D'ailleurs la somme de 5,200,000 fr. ne pèsera pas sur un seul exercice; un nivellement est une opération délicate qui exigera plusieurs années; ce ne serait donc chaque année que quelques centaines de mille francs à dépenser sur le budget général.

Mais nous touchons là une question qu'il ne nous est peut-être pas permis de traiter; revenons à notre spécialité.

Il fallait, avant toute opération, déterminer un plan de comparaison auquel seraient rapportées toutes les cotes du nivellement. Le niveau officiel fut fixé à 40 centimètres au-dessus de zéro de l'échelle des marées à Marseille (décision ministérielle du 13 janvier 1860).

Pour le nivellement, M. Bourdaloue appliqua tous les perfectionnements qu'il avait apportés aux opérations et aux instruments, c'est-à-dire : l'emploi du niveau à bulle d'air armé d'une lunette et celui des mires parlantes, dont la lecture est d'autant plus facile que les divisions sont plus grandes; un double coup de niveau en retournant la lunette pour chaque visée, afin de corriger l'erreur résultant du déplacement du réticule horizontal dans la lunette, etc., etc.; enfin on opérait toujours sur un polygone fermé.

Chaque nivellement était fait à la fois par un opérateur et un lecteur qui devaient inscrire séparément et sans se les communiquer les cotes relevées; chaque ligne a été nivelée six fois au moins par diverses brigades, et la moindre discordance faisait recommencer le travail.

L'erreur finale ne devait pas être de 1, 2 ou 3 millimètres, et la tolérance n'était que de 5 centimètres, quelle que fût la longueur des bases.

M. Breton de Champ a calculé que pour la méthode de M. Bourdaloue, si on pouvait niveler à pied sec le tour du globe, le nivellement se refermerait sur son point de départ à moins de 20 centimètres d'erreur!

Comme nous l'avons déjà dit le nivellement qui reste à faire doit s'étendre sur 265,500 kilomètres, formant avec le nivellement déjà fait un réseau ayant 280,465 kilomètres de développement, de sorte qu'on n'aura plus à chercher un repère qu'à la faible distance de 700 mètres en moyenne.

En terminant cette analyse, M. Tronquoy rappelle que la Société de géographie, en 1865, s'est adressée, par l'intermédiaire de son président, M. le marquis de Chasseloup-Laubat, ministre de la marine et des colonies, aux conseils généraux, pour leur rappeler la décision prise en 1857 par M. Rouher, ministre de l'agriculture et des travaux publics, au sujet du nivellement général de la France, et leur demander leur concours à cette œuvre. Cette démarche n'a pas eu le succès que l'on était en droit d'espérer; néanmoins M. Tronquoy propose de nommer une commission chargée d'étudier les moyens d'arriver à la réalisation du projet grandiose de M. Bourdaloue.

Cette motion est appuyée par plusieurs membres, et la Société nomme pour faire partie de la commission : M. Nozo, son président, et MM. Hüber, Level, Maldant et Tronquoy.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant de cette question; mais, en attendant, nous applaudissons à la décision prise.

Dans la séance du 16 mars, M. Yvert a de nouveau entretenu la Société de la question des ponts en treillis.

M. Yvert rappelle que généralement on admet que la position de la charge n'avait pas d'importance au point de vue du travail des diverses parties d'une poutre.

Il se propose, dit-il, de combattre cette doctrine.

Il cite à l'appui de son opinion les expériences faites par Stephenson en Angleterre sur des poutres en forme de tubes circulaires. Lorsque ces tubes étaient chargés d'un poids attaché à leur partie inférieure (ils reposaient sur deux appuis), il y avait aplatissement. Les tubes s'ovalisaient au-dessus des appuis et le grand axe de l'ovale était horizontal, au milieu ils s'ovalisaient aussi, mais le grand axe était vertical, en même temps des fissures se produisaient horizontales près des appuis, et transversales au bas du tube.

On consolida alors le tube vers les appuis en introduisant un bouchon en bois qui le remplissait complétement en dépassant un peu l'appui; dans ces conditions il n'y eut plus de fissures, mais *l'ovalisation* au milieu persista.

Si, au lieu de charger le tube en bas, il eût été chargé par le haut, il eût subi un écrasement en son milieu aussi bien qu'au-dessus des appuis.

Dans une étude que M. Yvert eut occasion de faire, il fut conduit à étudier la question plus à fond.

Le résultat de ses recherches fut qu'on pouvait considérer une poutre droite comme *un cadre* composé des tables supérieure et inférieure et de deux montants extrêmement rigides, pratiquement indéformables, encastrés solidement avec les tables au-dessus des culées, et que l'intérieur de ce cadre, c'est-à-dire l'âme de la poutre, devait être constitué dans chaque cas d'une façon spéciale, en raison de la position de la charge, circonstance qui, dit M. Yvert, influe au plus haut degré sur le mode de déformation des tables horizontales.

A l'appui de cette assertion, M. Yvert fait voir à la Société deux modèles, l'un en bois, l'autre en métal, dans lesquels il adapte des treillis, qu'il accroche aux tables horizontales avec des agrafes, et il montre expérimentalement que suivant qu'on place la charge en haut ou en bas les barres des treillis sont comprimées ou soumises à l'extension, effet que modifie un peu la position des appuis par rapport à la partie rigide des poutres, et il en conclut que pratiquement on doit toujours charger les ponts à treillis par le bas, en disposant des pièces d'une rigidité suffisante au-dessus des points d'appui.

Enfin M. Yvert exprime sa préférence pour un système de poutres dans lequel les tables supérieure et inférieure seraient réunies exclusivement par des barres verticales.

M. Dallot trouve (nous partageons son avis), que les conclusions de M. Yvert sont trop absolues, les liaisons du treillis avec les tables dans les modèles sont insuffisantes et l'expérience elle-même est discutable.

M. Dallot (ni nous non plus) ne peut se rallier au mode de construction que recommande M. Yvert. On aurait les inconvénients des ponts suspendus qui oscillent sous une charge mobile.

M. Mazilier rappelle que, lorsqu'on forme des poutres armées en superposant deux ou trois poutres simples, s'il n'y a que des frettes pour les réunir, elles glissent l'une sur l'autre en fléchissant, et leurs extrémités sont en retraite l'une sur l'autre comme les marches d'un escalier.

La résistance totale d'une poutre ainsi disposée n'est guère supérieure à la somme des résistances de chacune des poutres; mais si au contraire on chasse des clavettes qui empêchent le chevauchement des poutres, la flexion totale est moindre et la résistance presque égale à celle d'une poutre unique ayant les dimensions de la poutre composée. M. Mazilier conclut de là que si les deux tables d'une poutre n'étaient réunies que par des tiges verticales, elles fléchiraient individuellement et que la résistance totale serait peu supérieure à la somme des résistances de chaque table prise isolément. M. Mazilier croit que les diagonales sont nécessaires pour établir une solidarité complète entre les deux tables, et pour permettre de compter sur une résistance qui soit en raison de la hauteur de la poutre.

M. Yvert répond à M. Mazilier qu'il faut tenir compte des parties pleines aux extrémités de la poutre, qui ont une grande influence sur le mode d'action de l'effort, ainsi que l'ont montré les expériences faites devant la Société. (S'il nous est permis de donner un avis, nous conseillerons de ne pas adopter le système proposé par M. Yvert et de suivre, comme il l'a fait lui-même, les errements ordinaires.)

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE.

Le *Bulletin* de cette société vient de publier le rapport fait par M. Ernest Zuber, sur les travaux de l'année 1865. Il nous a paru intéressant de présenter à nos lecteurs une analyse de ce rapport.

M. Zuber, après avoir rappelé la crise que l'industrie cotonière a dû traverser pendant les quatre dernières années, fait remarquer que ce sera un éternel honneur pour le centre industriel de Mulhouse de ne s'être point laissé aller au découragement et de s'être fait un devoir de ne pas priver de travail de nombreux ouvriers, alors même que l'intérêt des grands producteurs eût dû les porter à le faire.

Abordant ensuite les travaux dont les divers comités ont eu à s'occuper pendant le courant de l'année, il commence par ceux présentés par le comité de chimie, et signale plus particulièrement les rapports concernant l'aniline et ses dérivés au nombre de huit, et des travaux sur la constitution chimique du vert Guignet, sur l'outremer artificiel, sur les acides phtalique et benzoïque, etc.

Le comité de mécanique a eu à signaler un travail de M. Kulmann fils sur l'horlogerie électrique, des expériences sur le moteur-Lenoir qui ont confirmé la consommation de 3 mètres cubes de gaz par force de cheval et par heure, des communications de M. LeBleu sur la statistique de l'industrie textile du Haut-Rhin et des Vosges, des considérations sur l'utilité des métiers à tricoter circulaires, et un rapport sur l'appareil respirateur Galibert.

Une commission étudie en ce moment l'organisation d'une école de dessin, de gravure et de clichage pour les filles; une école de filature a été créée il y a un an, et l'école de tissage mécanique, dont la fondation remonte à quelques années, a déjà formé plus de 50 élèves trouvés capables d'être immédiatement employés en fabrique.

Le rapport énumère ensuite un grand nombre de travaux qui sont à l'étude.

Deux jeunes industriels de Mulhouse, MM. Jules et Jacques Siegfried, ont offert à la Société une somme de 100,000 francs qu'ils destinent à la création d'une école de commerce à Mulhouse. Le comité du commerce s'occupe de l'examen de cette proposition généreuse. Ce n'est pas sans un certain étonnement que nous voyons que ce comité est appelé à examiner « si une école de commerce, présentant un « cadre d'études aussi vaste que celui qui a été esquissé par MM. Siegfried, est « chose possible et *désirable!* Les avis *peuvent différer* à cet égard, et il n'est pas « douteux que ces matières nouvelles seront plus difficiles à professer qu'un enseignement ayant ses traditions établies de longue date. »

On voit qu'il y a beaucoup d'esprit de routine dans la manière dont la question a été posée au comité du commerce; il est d'ailleurs juste de faire remarquer que l'honorable rapporteur ajoute : « Mais s'il est vrai que nos pères ont su et que notre génération *saura* à son tour édifier sa fortune sans avoir passé par *aucune autre école que celle de la pratique des affaires* (!) qui peut dire quels horizons nouveaux une instruction commerciale plus complète *pourrait*, à de certaines dates, découvrir à nos yeux; et chacun de nous ne se sent-il pas à l'étroit dans la voie limitée qu'il parcourt et qui seule lui est connue? »

Nous espérons bien que c'est cette dernière manière d'envisager la question qui prévaudra dans le comité du commerce.

Le comité des beaux-arts constate le succès croissant de l'école de dessin : le cours de dessin de machines est en voie de progrès.

Nous regrettons de ne pouvoir suivre M. Zuber dans les autres détails qu'il a donnés; nous ne pouvons cependant omettre de signaler les progrès des cours d'adultes et de la bibliothèque populaire : 37,000 volumes lus dans l'espace de dix mois par 2,000 lecteurs démontrent à quels besoins cette utile création a répondu.

Ce rapide résumé des travaux de la Société industrielle de Mulhouse montre qu'elle est toujours à la hauteur de la mission qu'elle s'est donnée il y a quarante ans, et qu'elle est restée digne des témoignages flatteurs que lui ont successivement donnés

les Arago, les Ch. Dupin, les Villermé, les Louis Reybaud, les Jules Simon et tant d'autres juges compétents dans les questions d'économie industrielle et d'amélioration morale et matérielle des classes ouvrières.

Eug. LACROIX,
Membre de la Société industrielle de Mulhouse.

---

## INSTITUT DES INGÉNIEURS CIVILS DE LONDRES.

**Entretien et renouvellement des voies ferrées.** — M. Price Williams a lu, dans la réunion du 26 mars, un mémoire sur l'entretien et le renouvellement des rails des chemins de fer. L'intérêt qui s'attache à cette question et la position de M. Price Williams nous engagent à reproduire ce mémoire ou du moins à en donner une analyse détaillée.

L'auteur commence par confesser que la situation des voies ferrées, en ce qui concerne leur durée, ne répond pas aux espérances conçues, et que sous ce rapport il n'a pas été réalisé de progrès comme dans les autres branches de la construction des chemins de fer. Ainsi, par exemple, en trente ans, le poids et la puissance des locomotives ont été plus que quadruplés, et cette augmentation de force a pu être obtenue par une main-d'œuvre plus parfaite et un meilleur choix de matériaux, sans augmentation proportionnelle de dépenses sur le prix de la traction et même avec une légère diminution pour le *Great northern*, pendant les quatorze dernières années, tandis que les frais d'entretien de la voie ont augmenté de plus de deux cents pour cent pendant la même période.

Dans le but de montrer que la durée des voies, et plus spécialement ce que l'on a nommé *la vie du rail*, ont été fortement exagérées, et aussi afin d'obtenir des termes de comparaison sur les dépenses nécessitées par l'entretien de la voie et son renouvellement dans plusieurs lignes exploitées, M. Price Williams a dressé depuis plusieurs années, en puisant aux meilleures sources, des tables et des diagrammes concernant l'exploitation de neuf lignes importantes.

Ces tables et ces tableaux graphiques montrent pour une période de dix-neuf ans : 1° les dépenses détaillées pour *a* l'entretien de la voie, *b* l'administration et autres charges, *c* les travaux de la ligne, *d* les stations et les travaux qui s'y rattachent et *e* les renouvellements de la voie (tous ces articles sont ordinairement compris sous le titre général d'entretien et de renouvellement de la voie et des travaux); 2° le nombre de milles entretenus; 3° le total de milles parcourus; 4° enfin le total des poids transportés, et d'autres renseignements concernant la question.

Le diagramme relatif au *London and Western railway* a été plus particulièrement l'objet de l'attention des membres présents à la réunion. De l'examen détaillé il est résulté que les dépenses d'entretien de la route avaient atteint 270 livres sterlings par mille anglais (à peu près 4,200 fr. par kilomètre); que les dépenses d'administration ont régulièrement et constamment diminué; que le coût des travaux sur la ligne a subi des variations considérables dues sans doute aux grandes dépenses occasionnées par le remplacement des viaducs en bois et les réparations; et que les dépenses inhérentes aux stations et aux travaux qui s'y rattachent ont subi des variations également considérables.

Du reste, c'est l'article concernant les renouvellements de la voie dans lequel on remarque les variations les plus considérables. M. Price Williams a divisé ces renouvellements en plusieurs périodes : le résultat définitif est qu'en dix-neuf ans il a été dépensé 1,906,858 liv. sterl. (47,671,450 fr.), rien que pour les renouvellements de la voie, ce qui représente à peu près 1,362 milles (2,192 kilomètres) de simple voie, ou environ la moitié de l'étendue totale du chemin de fer en 1865.





Ces chiffres donnent depuis 1847 une moyenne annuelle de dépense de 103,000 l. st. (2,575,000 francs), ce qui est l'équivalent d'à peu près 73 milles de voie simple (117 1/2 kilom.) de la ligne principale qui auraient été annuellement relevés et renouvelés pendant cette période, et cela principalement dans les parties de la voie où le trafic est le plus considérable et où par conséquent, à cause du peu d'intervalle de temps entre les passages des trains, les difficultés du travail sont les plus grandes et où l'éventualité d'accidents était le plus à redouter.

Les dépenses moyennes de renouvellement par mille et par an durant une période déterminée ont été les suivantes pour les lignes de chemins de fer auxquelles se rapporte la statistique dressée par M. Price Williams (Nous avons ajouté une colonne au travail de l'ingénieur anglais et nous avons fait la conversion de l'argent en rapportant la dépense au kilomètre, afin que nos lecteurs pussent se rendre compte par un simple coup d'œil des résultats constatés.) :

| NOM DU CHEMIN. | Moyenne des années. | Dépenses par mille et par an. | Dépenses par kilomètre et par an. |
|---|---|---|---|
| London and North Western......... | 18 1/2 | liv. st. 145 | fr. 2,253 |
| North Eastern..................... | 14 | 83 | 1,289 |
| Midland........................... | 17 | 84 | 1,305 |
| London and South-Western......... | 11 | 72 | 1,119 |
| Great Northern.................... | 9 1/2 | 110 | 1,724 |
| Lancashire and Yorkshire........... | 16 1/2 | 156 | 2,423 |
| South Eastern..................... | 15 1/2 | 102 | 1,600 |
| London, Brighton and South Coast... | 12 1/2 | 94 | 1,460 |
| Manchester, Sheffield and Lincolnshire | 9 | 49 | 751 |

Les diagrammes et les tables dont nous avons parlé ayant paru trop générales à M. Price Williams pour qu'on pût se rendre exactement compte de *la vie d'un rail*, ce savant ingénieur, grâce à un de ses collègues, M. Johnson, a complété les détails concernant le *Great northern Railway* par des profils en long des deux principales divisions de la ligne principale de King's cross à Peterboroug 75 milles et demi (121 1/2 kilom.), et de Peterborough au point de jonction d'Askern 84 3/4 milles (136 kilom.), en indiquant les places où ont eu lieu les renouvellements, les périodes de renouvellement et la nature des différentes formations géologiques.

C'est ici que l'action destructive, pour une voie permanente, d'un trafic considérable et concentré, et surtout du transport rapide et considérable de la houille, est devenue le plus significativement évidente. Diverses modifications ont dû être apportées à la voie primitivement posée; les rails et les coussinets qu'on emploie aujourd'hui pour renouveler la route sont plus forts, et les traverses ont un équarrissage plus considérable et sont plus rapprochées.

Les frais de renouvellement de chaque mille, sans le ballast et en tenant compte des vieux matériaux, sont estimés maintenant à liv. st. 1,372, c'est-à-dire à 34,300 fr. Pendant les douze dernières années, 315 milles (507 kilom.) ont été entièrement renouvelés entre King's cross et la jonction d'Askern, ce qui a coûté 423,820 liv. st., soit 10,595,500 francs, c'est-à-dire en moyenne liv. st. 35,273 (881,825 fr.) par année. En d'autres termes, les renouvellements sur les 160 1/4 milles (258 kilom.) pendant la période mentionnée ont donné lieu à une dépense moyenne de 200 liv. st. (5,000 fr.) par mille et par année.

On a pu voir que le trafic à la remonte comprenant tous les trains pesants de houille dépassait le trafic sur la ligne de descente dans la proportion de 2 contre 1; et, comme on devait s'y attendre, les frais d'entretien et de renouvelle-

ment ont eu les mêmes proportions. Ainsi, il y a eu 203 milles renouvelés sur la ligne montante et 512 milles sur la ligne descendante. Là où convergent les différents courants du trafic, comme, par exemple, à Hitchin et à Hatfield, la fréquence des périodes de renouvellement devient très-apparente. La plus grande partie de la ligne sur la pente entre Potter's Bar et Hornsey a déjà subi un troisième renouvellement dans la courte période de trois ans, assignant ainsi une moyenne de trois ans et demi seulement *à la vie d'un rail* dans ces circonstances exceptionnelles. D'un relevé fourni par M. Grinling, il résulte que sur la ligne, près de Barnelt, 57,536 trains et 11,760,926 tonnes ont suffi pour détruire en trois ans les rails posés en 1857, et que 65,529 trains et 13,484,661 tonnes ont amené la destruction de ceux posés en 1860, qui ont dû être renouvelés en 1863.

Les résultats de renseignements recueillis par M. Meek, et comprenant une période de sept ans et demi, prouvent que sur la ligne du Lancashire et du Yorkshire, où le trafic est très-considérable, mais où le transport est effectué à une vitesse bien moindre que sur le Great Northern, 62,399 trains et 12,451,784 tonnes ont usé les meilleurs rails en sept ans et demi, à la descente de 1 mille sur 130, au viaduc de Ramsbottom, entre Bury et Accrington. A Bolton, où la ligne est en palier, il a fallu 203,122 trains et 38,803,128 tonnes pour user les mêmes rails dans la même période de temps.

L'auteur conclut de ces faits que la détérioration rapide des voies permanentes doit être en grande partie attribuée à la double augmentation de la vitesse et du poids transporté; les directions identiques des tableaux graphiques, représentant le poids et le tonnage, ne laissent aucun doute sur la vérité de ces conclusions.

Il est donc évident que les rails, le principal des matériaux, manquent de l'élément essentiel, la durabilité, et les expériences sur la ligne du Yorkshire et du Lancashire ont démontré que le meilleur fer d'York et celui, bien plus résistant et plus dur, du pays de Galles, sont tous les deux impuissants à résister, pendant un certain laps de temps, au trafic qu'ils doivent supporter.

Du reste, il a été reconnu qu'il n'y a plus guère qu'un nombre fort restreint de fabricants de rails qui veulent encore assumer la responsabilité d'une garantie de sept années pour des rails en fer.

L'introduction de rails en acier, fabriqués d'après les procédés Bessemer et les résultats qui en ont été obtenus, fortifient l'espoir que c'est par ce métal qu'on obtiendra enfin ce qui manquait pour donner effectivement aux voies des chemins de fer ce caractère de permanence qu'elles n'ont eu jusqu'ici que de nom.

Deux rails en acier, placés en mai 1862, près de Chalk Farm Bridge, ont été relevés au mois d'août dernier. Après un service de plus de trois ans et après avoir été exposés à un trafic de 9,550,000 machines, trucs, etc., et de 95,577,240 tonnes, ces deux rails étaient entamés sur l'une de leurs surfaces d'un peu plus d'un quart de pouce (6 millimètres), et il a été reconnu qu'ils pouvaient encore résister pendant longtemps.

En résumé, la pensée de M. Price Williams est que l'adoption générale de rails en acier pour les grandes lignes où il y a un trafic considérable ne constituera pas seulement une économie, mais — ce qui est bien plus important — contribuera à la sûreté des voyageurs, en ne nécessitant que des travaux de réparation et de renouvellement bien moins fréquents. A l'appui de cette opinion, M. Price Williams a montré des calculs de M. Johnson, d'où il résulte qu'entre des rails en fer coûtant liv. 7,18 sh. (197 fr. 50 c. par tonne et ne pouvant durer en moyenne que trois années, et des rails en acier coûtant liv. 15 (375 fr.) par tonne, mais devant durer vingt ans, il y a une économie réelle de 50 p. 100 en faveur des rails d'acier.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---



## TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

### ANALYSE ET EXAMEN

### des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

**Procédé pour rendre rapidement siccatives les peintures à l'huile et au vernis**, par M. F. JUNEMANN.

Cent parties d'eau, douze parties de gomme-laque et quatre parties de borax sont chauffées dans un vase de cuivre à un feu doux, et remuées jusqu'à ce que le tout forme un liquide homogène. On couvre le vase, puis on remplit, avec le liquide refroidi, des bouteilles que l'on conserve bouchées avec soin. Suivant que l'on emploie de la gomme-laque blanche ou non, le liquide est blanc ou brun et forme un beau vernis qui donne à tous les corps sur lesquels on le pose un éclat durable, et qui les protége contre l'humidité et les influences atmosphériques.

Si l'on veut préparer des couleurs à l'huile très-siccatives, on prend de la couleur à l'huile très-finement pulvérisée et du vernis précédent en poids égaux. Si l'on veut faire des couleurs claires, on prendra du vernis blanc, sinon du vernis brun. On ajoute un peu d'essence de térébenthine, et on remue jusqu'à ce que le tout forme un liquide bien homogène. On doit prendre garde d'ajouter plus de couleur qu'on en doit employer au moment, car elle se solidifie très-vite.

Tous les corps que l'on recouvre d'une couleur ainsi préparée sèchent en 15 à 30 minutes, suivant le temps et la saison.

L'odeur de l'essence de térébenthine et de l'huile de lin est sans doute nuisible à la santé, dans tous les cas d'ailleurs elle est désagréable. On sait combien les portes, les fenêtres et les escaliers, dans les maisons habitées, mettent de temps à sécher, et combien il est facile d'enlever la peinture par le frottement.

On peut éviter ces deux inconvénients en ajoutant à la couleur, qui peut même avoir été broyée sans huile de lin, le vernis qui vient d'être décrit. Une couche sèche en quelques minutes, possède un brillant extraordinaire, résiste à l'humidité de l'air aussi bien que la peinture à l'huile, et ne dégage aucune odeur.

Ce vernis, mélangé avec de l'ocre jaune, donne aussi un fort bon vernis pour les parquets.

On peut augmenter encore le brillant de la surface en posant une couche de vernis tel qu'il est décrit au commencement de cet article par dessus la couche de peinture.

De la même manière on peut rendre très-siccatifs par leur mélange avec ce vernis les laques et vernis qui présentent l'inconvénient de sécher trop lentement. Il faut ajouter peu à peu le vernis à mesure qu'on en a besoin, parce que certaines laques ne se mélangent qu'assez difficilement et se déposent au bout de peu de temps.

*Polytechnisches Journal.*

**II. De la résistance du verre dans les constructions.**

La résistance d'un corps employé dans les constructions peut en général s'entendre comme la force ou l'ensemble des forces qui tendent à empêcher ses éléments de changer de forme. C'est ainsi qu'il y a lieu de considérer la résistance à l'allongement, à la compression, à la torsion, et la résistance transversale. Il n'y a que deux corps, le bois et la pierre, qui, à l'état naturel, aient une résistance constructive, en désignant ainsi l'ensemble des propriétés qui rendent le corps susceptible de recevoir d'autres emplois que ceux de simple ornement. Que l'on coupe

un arbre, qu'on enlève ses branches, et l'on peut de suite le jeter comme pont au-dessus d'un torrent. Qu'on enlève de la carrière une grosse pierre, et voilà de suite un pilier ou un étançon. Dans ces deux cas, les propriétés inhérentes aux corps n'ont pas été modifiées; leur résistance n'a ni augmenté ni diminué. On a bien essayé de durcir la surface des pierres qui composent la façade de divers monuments, mais jusqu'à présent sans succès. On a mieux réussi à donner de la dureté aux bois employés comme revêtements de piliers, comme traverses de chemins de fer, etc., au moyen de diverses combinaisons chimiques. En outre, beaucoup de chauds partisans de ces procédés de préservation estiment que de la sorte les bois de qualités inférieures deviennent susceptibles d'être employés à des usages auxquels ils eussent été impropres sans cela.

Au contraire, un grand nombre de corps pris à l'état naturel et immédiat ne peuvent servir à rien. Dans cette classe, on doit comprendre les minerais et surtout ceux de fer qui fournissent, il est vrai, à la construction un élément si important, mais seulement après de longues manipulations. Parmi les corps artificiels résultat des forces chimiques, le verre a reçu un emploi très-répandu.

Dans la fabrication du verre, il se produit une action chimique; le carbonate de potasse oû de soude perd son acide carbonique; l'oxyde rouge de plomb est également décomposé. Ces actions chimiques sont telles que l'on peut, jusqu'à un certain point, déterminer *à priori* les propriétés du produit quand on connaît la nature et la quantité des éléments. Quant au verre, on est un peu moins sûr du résultat. Le verre présente, au point de vue de ses propriétés caractéristiques, une certaine analogie avec la fonte. A l'état brut, ils sont tous les deux fondus, et ce poli qu'on donne à l'un au tour, on le donne à l'autre par le polissage.

Les Égyptiens savaient fondre le verre en grandes masses et l'employaient sous forme de colonnes, de piliers, dans leurs temples et leurs édifices. Il est fort probable que ce verre n'avait pas la même composition que le nôtre et que le secret de cette fabrication a complétement disparu; pourtant il est bien sûr qu'ils ne savaient pas lui donner plus de malléabilité ou plus de résistance que n'en possède le verre de nos jours. Il n'y a pas le moindre doute que le verre employé comme élément de construction, soit dans le passé, soit dans le présent, ne peut servir que là où la résistance à la compression est surtout en jeu. On ne tient pas suffisamment compte en général de cette propriété spéciale du verre. Malheureusement on n'a fait sur ce sujet que bien peu d'expériences, et quoiqu'elles aient reçu la sanction d'une très-haute autorité scientifique, elles paraissent à beaucoup de titres peu concluantes. On peut pourtant admettre que la résistance du verre à la compression, c'est-à-dire à une force qui tendrait à l'écraser, est d'environ 1929 kil. par centimètre carré. C'est à peu près le quart de la résistance que présente la fonte dans les mêmes conditions. D'un autre côté, la fonte a un poids spécifique triple de celui du verre, ce qui est en faveur de ce dernier corps, excepté dans le cas de piliers ou de colonnes où le poids a peu d'importance, pourvu que le prix ne s'en élève pas trop. D'après ce qui vient d'être dit, on voit qu'il est impossible de donner au verre le caractère fibreux, par suite sa tenacité doit être très-faible. En lui donnant la forme de barres, forme sous laquelle la résistance est la plus grande, il ne peut pas supporter plus de 157 kil. par centimètre carré. La fonte et le verre présentent encore une grande analogie en ce que leurs résistances à la traction et à la compression sont très-différentes. La résistance de la fonte à la compression est environ sept fois plus grande que la résistance à la traction, tandis que les deux résistances du verre sont à peu près douze fois plus grandes l'une que l'autre.

Il faut remarquer que, malgré l'analogie qui existe entre ces deux corps, il y a un contraste marqué entre le verre et le fer forgé, eu égard aux changements qu'apportent dans les résistances les différentes formes qu'on peut leur donner.



Les barres de fer ont plus de résistance à la traction que les plaques, tandis que c'est le contraire pour le verre ; des plaques de verre mince présentent à peu près deux fois plus de résistance à la traction que la même masse de verre mise sous forme de barres. Le verre offre peu de résistance quand il est mis sous forme de poutre pleine. Les lois qui régissent les résistances des poutres de fer, ainsi que les formules qui les résument, peuvent s'appliquer pour déterminer le poids nécessaire à la rupture. La formule générale est bien connue $w = \frac{adc}{L}$ dans laquelle $w$ est le poids qu'il faut placer au centre de la poutre pour en déterminer la rupture, $a$ la section de la poutre, $d$ la distance des centres de gravité des parties supérieure et inférieure, L la distance des points d'appui, $c$ une constante dépendant de la nature du corps et des conditions de l'expérience. Si l'on représente par $c$ la constante pour les poutres de fer, $c'$ pour le verre, en admettant que les poutres soient de même forme et semblablement chargées, le rapport des résistances des deux corps sera $\frac{c}{c'}$. L'expérience montre que ce rapport est environ d'un dix-huitième, c'est-à-dire qu'une poutre de fer aura une résistance dix-huit fois plus grande qu'une poutre semblable de verre. Si pourtant le poids de la poutre devait être pris en considération, ce qui arriverait si elle avait de grandes dimensions, comme le verre est trois fois plus léger que le fer, le rapport se trouverait un peu plus faible.

L'emploi du verre dans les constructions n'a encore été pratiqué que sur une petite échelle. Une des applications les plus habituelles se rencontre dans la construction d'une machine employée dans l'économie domestique, la calandre pour le linge. On l'a aussi employé sous forme de tuyaux cylindriques pour corps de pompes, et sous forme de plaques pour des soupapes et des coussinets. Sa fragilité et la propriété qu'il possède de se briser par le choc lui donneront toujours une grande infériorité par rapport à la fonte, sauf dans quelques cas particuliers. Ce n'est pas le lieu de venger la fonte qu'on a si injustement attaquée, parce que la plupart du temps les mauvais résultats qu'elle a donnés doivent être attribués non pas tant aux défauts dépendant de sa nature qu'au mauvais usage qu'on en a fait en l'employant sans discernement dans des circonstances et avec des formes que ses propriétés rendaient tout à fait défavorables. Il y a encore un grand nombre de cas où le verre pourrait être employé avec avantages. Il possède en effet beaucoup de qualités qui le rendent très-recommandable dans les constructions et dans la fabrication des machines. Son poids spécifique n'est inférieur qu'à celui des métaux; on peut lui donner une grande dureté. Son coefficient de dilatation, peu différent de celui du fer ou de l'acier, permet de l'employer concurremment avec ces métaux dans des conditions même où des changements de température doivent se produire. On sait que la qualité de la fonte peut être améliorée par le mélange de minerais de diverses origines et aussi en lui associant un peu de fer forgé. On augmente ainsi considérablement sa résistance transversale en diminuant sa fragilité. Des mélanges faits avec intelligence permettent de gagner 30 p. 100 environ pour sa résistance transverse.

Avant que le verre ne puisse être employé dans les constructions d'une manière un peu étendue, il faudra parvenir à remplir certaines conditions. D'après ses analogies avec la fonte, il est parfaitement évident que sa résistance transverse et ses autres qualités pourront être augmentées en faisant varier ses principes constituants. Il est donc indispensable de faire des expériences dans cette voie et de rechercher les variations de sa résistance transverse, suivant les différentes formes qu'il reçoit. Il ne faut pas omettre parmi ses avantages le bon marché, condition si importante pour tout corps qui aspire à un usage général. (*Building News.*)

**Ciment de Portland.**

La fabrication du ciment de Portland s'opère au moyen d'un mélange de carbonate de chaux et d'argile. Le broyage de la craie et son épuration sont une condition nécessaire pour l'obtention de bons produits. Le Dr Gruneberg décrit un broyeur mélangeur de craie marchant à la vitesse de 60 tours par minute. Le lait de chaux ainsi formé est conduit dans des canaux de 30 à 40 mètres de longueur, $0^{m},30$ de largeur et $0^{m},20$ de hauteur. Dans ce passage les parties de sable et de silex se déposent et peuvent être retirées de temps en temps des bassins de dépôt. Ces bassins ont les dimensions suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Longueur . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16 | mètres. |
| Largeur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7 | mètres. |
| Hauteur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $2^{m},80$. | |

Ces dépôts se font plus ou moins rapidement, selon le temps : le vent, l'air plus ou moins agité, la température doivent naturellement influer sur le degré de concentration et la quantité des boues formées.

En résumé ce temps varie de dix jours à quatre semaines et on considère l'opération comme terminée lorsque la craie a pris une consistance plastique. On enlève alors l'eau qui se trouve au-dessus de la couche de craie. La fabrique décrite par l'auteur [1] ne comprend pas moins de 76 bassins de la capacité décrite ci-dessus, de manière à pouvoir approvisionner de grandes quantités de craie pour l'hiver.

L'argile ne subit qu'un broyage après dessiccation pendant les chaleurs de l'été. On se sert, pour le séchage de hangars bien aérés à cinq étages, munis de jalousies préservatrices contre les mauvais temps.

Un montage mécanique, au moyen de wagonnets, soulève l'argile et la transporte aux différentes hauteurs.

Des chemins de fer établis à chaque étage distribuent d'une manière égale et régulière les quantités qui sont montées. Des moulins placés à la partie supérieure broient l'argile desséchée, de telle sorte que le mélange avec la craie se fait directement à la descente.

Le rapport des volumes est 2 de craie pour 1 d'argile et se trouve mesuré par des caissons cubés, mais on connaît aussi les produits retirés des bassins par des essais faits d'une manière continue, essais permettant de se rendre un compte exact des qualités de la matière.

Le mélange intime s'opère par des agitateurs et on corrige la contexture plus ou moins dense de la masse à travailler par des additions de ciment fait lorsqu'il est nécessaire. Cette pâte débouche dans un canal de $0^{m},22$ large sur $0^{m},13$ hauteur où des ouvriers la reçoivent, la coupent au fil de fer et la transportent sur les wagonnets aux séchoirs. Ces wagonnets sont à étages ; on pose la masse de ciment sur des briques qui font écouler une bonne partie de l'eau contenue, et bientôt on peut la retourner et laisser passser de grands courants d'air.

Le séchage dure de trois jours à quatre semaines, selon la température, à laquelle correspond toujours une évaporation proportionnelle. Les fours à cuire ont :

| | |
|---|---|
| Diamètre intérieur. . . . . . . . . . . . . . . . . | $3^{m},50$, |
| Hauteur . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $15^{m},50$, |

à 3 ouvertures en bas et un régulateur à tirage en haut. La combustion commence au bois, sur lequel on pose une couche de coke, puis une couche de ciment et ainsi de suite. On termine par une couche de charbon, puis de bois.

1. Fabrique de ciment romain de Wollin, près Stettin.





La question la plus importante dans le chauffage consiste à obtenir une combustion lente et régulière. Elle dure trois jours; on laisse refroidir, on vide dans des wagons et on broie la matière. Pour ce, on casse la masse dans des appareils analogues aux squeyers des forges ou des laminoirs à dents pressant contre des surfaces rugueuses. Les machines à casser le silex et les pierres peuvent être considérées comme types de ce genre d'appareil.

Les moulins finissent le broyage régulièrement, et les pierres qui les constituent sont faites en briques réfractaires unies au ciment de Portland. La matière tombe ensuite dans les tonneaux où elle est comprimée. Ces tonneaux, bien exécutés, sont garnis de papier pour les garantir de l'accès de l'air.

Les caractères d'un bon ciment sont les suivants :

1° Ne pas s'échauffer beaucoup au contact de l'eau;

2° Durcir en trois heures avec trois parties de sable.

L'emploi de ce ciment n'est pas limité aux travaux hydrauliques. On s'en sert en Allemagne d'une manière générale pour la construction de murs minces à arêtes droites avec moulures et ornementations.

(Extrait du *Journal de la Société des ingénieurs de Cologne.*)

### Réflecteur établi dans la cathédrale de Cologne.

Le journal que nous citons contient aussi un article remarquable du Dr Garthe, de Cologne, sur l'appareil qu'il a installé dans la cathédrale de cette ville. Ce réflecteur optique permet à l'organiste posé dans une direction déterminée de voir tous les mouvements du prêtre devant l'autel, quelle que soit la distance à laquelle il se trouve de lui et quelle que soit la position de l'orgue par rapport à celle de l'autel. Ce genre d'appareils peut être appliqué dans les temples et églises en toute sûreté. Il est simple, peu coûteux, prend peu de place et n'est pas susceptible de se déranger.

### Les éléments du lait.

Il résulterait d'expériences très-délicates faites par le Dr Vogel sur la fabrication de la crème que la fermentation du corps gras varie dans des limites très-étendues, selon la durée de l'opération. Ainsi en 6, 12 et 24 heures, les quantités produites sont dans le rapport de 100, — 128, — 143, — et la partie grasse est à son minimum lorsque le dépôt se fait en 24 heures. Ces essais ont été variés de toutes les manières avec un soin judicieux, et ne pouvant entrer ici dans tous les développements que comporte le sujet, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage cité plus haut.

(*Deutche Gewerbe Zeitung.*)

### Cuivre platiné.

La difficulté de cette nouvelle fabrication a consisté longtemps dans l'obtention de masses si poreuses que les acides énergiques passant à travers le métal protecteur, attaquaient le cuivre. Les dilatations inégales des deux métaux étaient beaucoup à redouter. Les plaques actuelles paraissent à l'abri de ces inconvénients; elles reviennent au 1/6 du prix de plaques en platine laminé, et ce chiffre peut être réduit encore, selon l'épaisseur de la couche de ce dernier métal.

La fabrication de grandes surfaces apportera une amélioration considérable aux usines qui produisent l'acide sulfurique, aux laboratoires de chimie et aux industries qui tirent parti des acides énergiques.

(*Comptes rendus de la Société pour le progrès industriel en Prusse.*)

---

# CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

## EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Travaux du Palais.** — Les grandes usines, (Gouin, Cail, Joly, etc.,) chargées d'établir la charpente métallique du palais de l'Exposition, ont décidément pris possession de la partie du chantier qui leur a été laissée libre, du côté de la Seine, par les actifs entrepreneurs de la maçonnerie et des terrassements (MM. Andraud et Jullien), dont les importants travaux préliminaires sont achevés sur ce point. Déjà même l'une des colonnes de la grande nef, haute de 26 mètres, est dressée et surmontée de son drapeau d'inauguration, marqué au nom de l'usine Gouin, qui paraît avoir eu les honneurs de la première mise à l'œuvre.

Il n'y a pas lieu peut-être de donner le nom de colonne à cet immense pilier métallique, à base quadrangulaire, d'environ $0^m,80$ à $0^m,90$ de côté, pour la disposition duquel on s'est naturellement beaucoup plus préoccupé des conditions statiques que de l'ornementation. La configuration de cette cage verticale, dont les quatre parements sont formés de fortes tôles assemblées et reliées par des rivets, entre elles et avec des cornières, plats-fers des angles, cadres intérieurs (distants en moyenne de 1 mètre, mais très-rapprochés aux joints) et autres pièces de l'armature métallique, n'affecte même pas la forme d'un prisme régulier, par suite du renflement résultant de l'augmentation d'épaisseur donnée dans les conditions suivantes à la partie plus élevée du pilier.

L'épaisseur de ce que nous pourrions appeler le pied du pilier, depuis le point où il se trouve moisé, au moyen de fers, cornières et de boulons, avec le massif de fondations en maçonnerie, jusqu'à une hauteur d'environ 8 mètres, est, comme nous l'avons dit plus haut, de $0^m,80$ (entre les arêtes intérieures des cornières). A partir de ce point la colonne ou pilier présente, sur près de 12 mètres du surplus de l'élévation, un supplément d'épaisseur dirigé tout entier en encorbellement sur la première partie du pilier, dans le sens de la corde de l'arc des grandes fermes; ce qui porte à $1^m,30$ environ la largeur des côtés latéraux de cette deuxième partie du prisme vertical qui s'arrête à 20 mètres de la hauteur totale du pilier, c'est-à-dire au point où font saillie les pièces de fer dites ailes de pigeon formant les amorces d'attente de la grande arcature des fermes. Au-dessus de ce niveau, l'épaisseur diminue graduellement jusqu'au sommet, qui est terminé par un quadrilatère de dimensions égales à celui de la base inférieure du pilier. Il est inutile d'ajouter que la surépaisseur signalée plus haut est uniquement motivée par la nécessité d'assurer, dans cette partie, l'équilibre et la stabilité des fermes suivant la loi du parallélogramme des forces.

Une deuxième colonne, absolument semblable, ne devait pas tarder à être mise en place. Elle se trouvait à cet effet disposée horizontalement sur ses étançons et madriers de montage, au droit du massif de maçonnerie de $1^m,50$ destiné à supporter le pilier. Cette deuxième colonne devait être dressée comme la première, au moyen d'appareils de levage composés : 1° d'une chèvre formée de quatre solides montants en bois dont deux, ceux d'arrière, presque verticaux et deux, ceux de l'avant, très-inclinés. Les montants sont réunis latéralement et à l'arrière, par des traverses fixes ou madriers. A l'avant, ces traverses existent également, mais elles sont enlevées au moment même du montage de la colonne métallique; 2° d'un système de mouffles,

et d'un treuil à engrenages fixé aux traverses inférieures placées à l'arrière de la chèvre, et manœuvré par huit hommes, qui se relayent quatre à quatre. 3° Enfin l'un des montants inclinés de la chèvre est disposé en mât de perroquet, de façon à permettre au besoin aux ouvriers, pour aider à la manœuvre, d'accéder à la plate-forme supportée par les traverses supérieures de l'échafaudage, au niveau de la naissance des ailes de pigeon formant les amorces de l'arc, point où la pose des fermes nécessitera d'ailleurs une main-d'œuvre assez importante.

Un assez grand nombre d'autres piliers, touchant à leur achèvement ou simplement ébauchés, sont échelonnés sur leurs lignes respectives d'assemblage. Toutes les pièces de fer (tôles, cornières, plats-fers, cadres intérieurs, etc.) approvisionnées à l'avance et marquées d'une lettre ou d'un numéro, suivant leurs différentes catégories, sont successivement disposées, rangées et rivées à leur place par de nombreux ouvriers dont la plupart terminent les rivets dans l'intérieur même des piliers ou en dessous du plan horizontal des tôles inférieures séparées du sol, à une certaine hauteur, par des madriers superposés de distance en distance et formant points d'appui.

Si l'on n'aperçoit pas ainsi d'un seul coup d'œil l'ensemble des ouvriers occupés aux travaux de la charpente métallique, leur présence est suffisamment signalée par une importante installation de fourneaux et d'outillage, et surtout par les coups de marteau réitérés qui répercutent au loin le bruit et l'animation de ces ateliers improvisés.

Les magasins et principaux dépôts de tôles et ferrements sont installés en ce moment dans la partie nord-est du Champ de Mars, à proximité des points où l'on dresse les premières colonnes. On y distingue, outre le matériel ordinaire composé des diverses pièces de la charpente métallique, un approvisionnement assez considérable de tirants en gros fer rond, boulonnés à leurs extrémités et destinés à maintenir l'écartement des piliers. Nous y avons remarqué aussi les cadres dont on doit garnir les ouvertures elliptiques de $0^m,50$ sur $0^m,30$ ménagées, notamment à la partie inférieure des colonnes, dans le but, sans doute, de faciliter la pose des conduites d'eau qui doivent se rattacher aux tubulures déjà encastrées dans les piliers en maçonnerie et aboutissant aux égouts.

Dans la partie nord-ouest se trouvent les approvisionnements de bois et les ateliers de sciage et de préparation des échaufaudages nécessaires pour le montage et la mise en place des ferrements.

Le nombre total des grandes fermes à installer sur l'emplacement du palais paraît être d'environ 82, comportant chacune 2 piliers principaux, des piliers secondaires et les arcs correspondants. Les pièces déjà posées ou préparées commencent à donner une idée de la hardiesse et en même temps de la solidité de ces importantes armatures, dont la rapidité d'exécution serait de nature à surprendre, si l'on ne connaissait les apprêts considérables préalablement faits dans les usines.

L'indication des détails relatifs à la construction des parties métalliques du Palais ne doit pas nous faire omettre de signaler les faits intéressants observés sur les autres points circonscrits dans le périmètre de l'édifice [1]. Ainsi, dans la partie la

1. Nous n'avons pas eu encore l'occasion de parler des travaux extérieurs, qui rentrent moins directement dans le cadre de notre compte rendu; nous croyons toutefois devoir reproduire pour mémoire l'avis suivant, publié au sujet de l'adjudication des travaux de terrassement, d'avenues et de jardinage :

« La commission impériale informe le public que les travaux de terrassement, de routes et de jardinage du parc du Champ de Mars seront mis en adjudication dans un très-bref délai.

« Elle invite les personnes qui désireraient prendre part à cette adjudication à adresser



moins active du chantier, presque toutes les grosses maçonneries sont achevées, de même que les dès ou massifs de $1^m,50$ sur $1^m,50$, formant les bases de fondations des colonnes de la nef principale. La plate-forme nous a paru convenablement nivelée sur tout le développement de la galerie des machines, ainsi que sur les principales artères latérales.

Les piliers de béton Cognet du grand couloir d'aérage sont posés sur presque tout le pourtour. Le mode de construction de ces piliers est très-simple. Ils reposent sur un petit bloc en maçonnerie formant fondation. Ce bloc est recouvert d'une petite couche de béton d'environ 3 centimètres. Au-dessus de cette couche on dresse une caisse calibre, de forme prismatique, dans laquelle on coule le béton que l'on dame ensuite fortement, jusqu'à compression convenable. On forme ainsi la première assise. Deux autres assises pareilles, faites au moyen de deux nouveaux étages de caisses, font arriver le pilier à une hauteur de $2^m,20$. Les voûtes recouvrant les piliers sont terminées sur près de la moitié du développement du palais. Celles des galeries latérales paraissent à peu près achevées.

Les entretoises en tôle, noyées dans les fondations pour la consolidation du pied des colonnes, sont posées au moins sur la généralité de l'emplacement de la grande nef de 35 mètres de largeur.

L'aire en béton, commencée au-dessus de la galerie du pourtour, pour former le sol du vestibule dit des aliments, se poursuit activement. Ce travail est effectué à couvert sous un immense hangar roulant sur des madriers à rainures et que l'on déplace à volonté. Le béton employé pour cette plate-forme est amené à la brouette depuis la machine de fabrication jusqu'à l'emplacement convenable. Il est soigneusement ratissé sur place, puis enfin damé et lissé à la truelle, de manière à offrir une surface parfaitement unie.

Le même soin est apporté aux autres détails des travaux, comme à la rapidité de leur exécution.

En un mot, sans être taxé d'optimisme, on ne peut que louer sans réserve les dispositions d'un chantier qui jouit du privilége d'offrir, même à des époques très-rapprochées, la vue d'une constante et toujours heureuse transformation.

G. PALAA.

**Chemin de fer de Grenelle au Champ de Mars.** — En même temps qu'on déblaie activement la butte du Trocadéro, les terres provenant de ce chantier sont transportées, comme on sait, sur l'emplacement qui doit former la levée de l'embranchement de chemin de fer destiné à desservir l'Exposition universelle de 1867.

D'après les premières dispositions du projet, la longueur totale de cet embranchement sera de $3{,}081^m,50$. Il se détache du chemin de fer de ceinture à 670 mètres environ de l'extrémité du viaduc du Point-du-Jour, en prenant pour origine de l'embranchement l'axe du viaduc au droit de la porte de Sèvres.

Après s'être maintenu en palier sur une longueur de 220 mètres à peu près, afin de franchir les aiguilles de la station de Grenelle, cet embranchement descend avec une pente de $0^m,01$ par mètre et une courbe de 300 mètres de rayon vers la Seine; il franchit le quai de Javelle au moyen d'un viaduc, et se développe ensuite avec même courbe et même pente, pour venir se placer parallèlement au quai et au même niveau, vers la rue des Marguerites.

leurs demandes, avec les pièces à l'appui, au conseiller d'État commissaire général, avant le 5 avril prochain, avant midi.

« Les intéressés pourront prendre connaissance du cahier des charges de l'entreprise tous les jours, de deux à quatre heures, au palais de l'Industrie (porte n° IV). »



A partir de ce point, la voie est établie latéralement au quai en dehors de la chaussée, mais toujours au même niveau, jusqu'au bord du pont de Grenelle, où l'irrégularité du quai actuel a forcé les ingénieurs à se mettre entièrement en remblai sur la berge.

La chaussée qui conduit au pont de Grenelle est franchie au moyen d'un passage à niveau avec des rampes de 0$^{m}$,010 par mètre de chaque côté.

Au delà de ce point, le tracé suit encore latéralement la chaussée du quai, sauf un coude que présente cette chaussée vers la rue de Chabrol, et après avoir traversé le quai, en face du boulevard de Grenelle, il arrive dans l'îlot du quai d'Orsay, qui se termine à l'avenue de Suffren et qu'occupe en ce moment un chantier de pierres; c'est là qu'on a l'intention d'établir la gare aux voyageurs.

En prévision de la circulation très-considérable que l'Exposition universelle de 1867 ne manquera pas d'attirer sur cette ligne, on a projeté d'établir à la gare de Grenelle, à côté des voies de la ligne de ceinture, deux autres voies spécialement affectées à l'embranchement du Champ de Mars, avec les quais distincts, ainsi que les aiguilles nécessaires aux manœuvres, et des voies de réserve pour garer le matériel.

L'ensemble des voies desservant l'Exposition, à partir du viaduc du Point-du-Jour et de la gare de Grenelle, s'arrêteront, comme il a déjà été dit, à l'avenue de Suffren, en laissant pénétrer toutefois une voie jusque dans l'intérieur du palais pour le transport des colis. Mais à défaut de renseignements précis sur les dispositions définitivement adoptées à ce sujet, nous ajournons à plus tard le soin de donner des indications plus détaillées.

**Pont tubulaire d'Elbeuf.** — Voici quelques détails intéressants sur le magnifique pont tubulaire qui doit relier le centre d'Elbeuf à la gare du chemin de fer située sur la rive droite de la Seine, et qui sera livré à la circulation dans les premiers jours de janvier prochain.

Ce pont, qui a été commencé le 1$^{er}$ septembre 1864, a une longueur de 250 mètres et une largeur de 8, y compris les trottoirs qui ne mesurent qu'un mètre chacun.

Il est jeté sur dix piles de fer forgé, accouplées deux à deux par de fortes membrures. Ces piles cylindriques et creuses ont une épaisseur de fer de 3 centimètres. Elles ont été foncées dans le lit du fleuve jusqu'à la roche. Quelques-unes ont atteint une profondeur de 20 mètres au-dessous de la Seine. L'intérieur de ces vastes cylindres d'un diamètre de 1$^{m}$,80 a été rempli de béton.

Ce gigantesque travail du fonçage des piles, grâce aux ingénieux moyens dont on dispose aujourd'hui, n'a demandé que cent jours!

Les culées du pont sont assises sur des centaines de pilotis, chassées à force dans le sol et sur un lit de béton d'un mètre d'épaisseur. Elles sont faites de moellon et de pierres de taille.

Le tablier, en fer forgé, a, comme nous l'avons dit, une longueur de 250 mètres. Il a été poussé tout d'une pièce de la rive droite à la rive gauche, et cela avec la facilité qu'on mettrait à pousser un wagon sur des rails.

Le poids du fer employé, tant pour les piles que pour le tablier, est de douze cent dix mille kilogrammes.

La chaussée du pont sera en asphalte, ainsi que les trottoirs qui auront des bordures en granit de Cherbourg.

En dehors de ces vastes travaux, les petits détails nécessaires à leur conservation et à la sécurité des passants n'ont pas été oubliés.

Deux cents gargouilles ont été percées de droite et de gauche pour l'écoulement des eaux, et d'élégantes balustrades vont être incessamment posées sur les murs de la rampe qui descend vers Elbeuf.

Quarante candélabres seront aussi bientôt mis en place et donneront, le soir, une lumière suffisante pour éclairer ce long parcours.

Cet important travail d'art n'a pas coûté moins de 2 millions et demi à la compagnie de l'Ouest, mais l'immense commerce qui se fait à Elbeuf, et les nombreux transports qu'il nécessite, justifient suffisamment cette grande dépense. — D.

**Chemin de fer pneumatique à Lyon.** — Dans un des précédents numéros des *Annales du génie civil*, nous avons parlé, d'après divers journaux de province, de l'intention qu'on prêtait à une grande compagnie lyonnaise d'installer un pont monumental destiné à réunir les deux côteaux des Chartreux et de Fourvières, et qui, partant du plateau sur lequel est assise l'église de Saint-Bruno les Chartreux, devait aboutir en face à une faible hauteur du sommet de la Montée-des-Anges.

Il est question aujourd'hui d'un nouveau projet ayant pour objet de faciliter aux habitants de Lyon et aux nombreux excursionnistes qui vont visiter le plateau de Fourvières, l'accès si difficile de ce plateau où l'on n'aboutit à partir du centre de la ville que par des chemins abruptes de nature à décourager les plus fervents.

Ce projet présenté, dit-on, à la municipalité de Lyon par un laborieux ingénieur civil, serait une application du système atmosphérique déjà usité à Londres pour le transport des lettres et paquets, avec une innovation annoncée comme ayant pour objet l'introduction du principe d'automotion, c'est-à-dire l'utilisation du poids des trains descendants pour aider à l'ascension des trains montants, principe qui n'avait été appliqué jusqu'ici que dans les chemins de fer à câble.

Le projet présenté se compose essentiellement de deux tubes parallèles en maçonnerie aboutissant d'une part, à une gare inférieure située sur les quais de la Saône, d'autre part à une gare supérieure placée à proximité de l'église de Fourvières. Ce double tube part de l'horizontale, s'infléchit dans le plan vertical suivant une courbe de 700 mètres de rayon jusqu'à prendre une pente uniforme de 35 % sur une longueur de 100 mètres, puis s'infléchit de nouveau suivant une courbe semblable à la première pour reprendre la direction horizontale à l'arrivée à la gare supérieure.

Le développement du double tube a ainsi 565 mètres de longueur; la distance verticale franchie est de 118 mètres.

Chacun des deux tubes est fermé à ses deux extrémités par une porte à guillotine dont l'ouverture est commandée par un mécanisme mis en mouvement par les trains eux-mêmes.

Les deux tubes communiquent entre eux à la partie inférieure par un large tube transversal; ils sont mis, à leur partie supérieure, en relation avec un appareil raréfacteur d'air qui peut agir ainsi alternativement sur l'un et sur l'autre.

« Chaque train, ajoute la notice; est accompagné d'un *wagon-piston*, c'est-à-dire muni d'un diaphragme en tôle remplissant exactement la section du tube sauf un vide annulaire de 15 à 20 millimètres qui empêche le diaphragme de frotter sur les parois. Tout le train circule sur une voie ordinaire de 2 mètres d'écartement.

« Supposons un train V prêt à monter et un autre V′ prêt à descendre; on engage le premier dans l'un des tubes T et l'autre dans le second tube T′. On met le tube T en relation avec le raréfacteur et on y fait le vide.

« Le train V monte, mais en même temps le train V′, poussé par la pression atmosphérique et appelé par l'intermédiaire de la couche d'air qui le sépare de V à suivre le mouvement de ce dernier, franchit la partie horizontale supérieure du tube T′, et entrant dans la partie inclinée, commence à descendre.

« Une fois lancé V′, comprime la couche d'air emprisonnée entre les deux trains et transmet par son intermédiaire à V la force résultant de son propre poids.

« Lorsque les trains V et V′ approchent, l'un en haut, l'autre en bas, de l'extré-



mité de leurs tubes respectifs, ils rencontrent, et font jouer un déclanchement qui ouvre la porte à chacun d'eux. Les trains animés de leur vitesse acquise entrent ainsi en gare.

« La manœuvre se répète indéfiniment et alternativement de la même façon.

« Lorsque le wagon descendant entre dans la partie inclinée de son tube, il doit prendre nécessairement une accélération de vitesse qui ne peut cesser que lorsque l'air logé entre les deux trains aura été assez comprimé pour jouer le rôle de frein. Il pourra être utile de combattre cette accélération. Aussi l'auteur du projet a-t-il muni chaque véhicule d'un frein automoteur, lequel est mis en mouvement par un régulateur en force centrifuge, la vitesse sera maintenue ainsi dans telles limites qu'on voudra.

« Ce frein, de même que le frein à main mis à la disposition du conducteur, prendra son point d'appui à la fois sur les deux parois verticales du tube ; sa puissance devra donc être indéfinie, ce qu'on n'obtient pas dans les freins ordinaires, dont l'énergie est limitée par le poids du véhicule lui-même.

« D'après le projet signalé, le trajet entre les deux points extrêmes durera trois minutes, l'intervalle des deux trains sera de cinq minutes. L'aspirateur devra être mû par une machine de 250 chevaux, mais dont la plupart du temps le travail sera nul, le poids du train montant devant être sensiblement égal à celui du train descendant.

« La dépense totale du premier établissement est évaluée à deux millions. »

Sans préjuger ici le mérite de cette nouvelle conception industrielle, il est permis de s'étonner que le nom de *tube* soit donné à de véritables tunnels pneumatiques de dimensions d'autant plus grandes que l'auteur du projet se propose d'y faire circuler intérieurement, *sur une voie de* 2 *mètres*, des trains composés sans doute quelquefois de plus d'un wagon à voyageurs (on sait que les voies ordinaires de chemins de fer n'ont qu'une largeur de $1^m,50$ d'axe en axe des rails), et l'on se demande si la possibilité d'obtenir, par les moyens indiqués, une aspiration assez puissante pour faire franchir à ces trains des rampes de 35 °/., est bien pratique.

On voit aussi que « la plupart du temps le travail de la machine de l'aspirateur sera nul, le poids du train montant devant être sensiblement égal à celui du train descendant. » Dans ce cas on ne voit pas bien comment les convois seraient mis en mouvement en l'absence de l'action pneumatique (l'usage des câbles n'étant pas d'ailleurs indiqué).

Enfin, en supposant un vide parfait au-devant du train montant et un maximum d'intensité de pression des couches d'air entre l'arrière de ce train et la tête du convoi descendant, n'existera-t-il pas, quelque hermétique que soit la fermeture des portières, des risques de suffocation pour les voyageurs ou tout au moins pour les agents ?

(Le Comité de rédaction.)

---

Nous annonçons avec plaisir à nos lecteurs que l'un de nos collaborateurs, M. Léon Droux, ingénieur civil, déjà connu par de nombreux travaux exécutés en France, en Allemagne, en Hollande et en Espagne, vient de recevoir de S. M. l'empereur Maximilien la croix de l'ordre de N.-D. de Guadalupe du Mexique.

M. Léon Droux a concouru comme ingénieur à la fondation d'établissements industriels au Mexique.

---



# REVUE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE.

**Augmentation constante de la production de la houille en France. — Revue rétrospective. — Progrès de la consommation. — Importations de l'étranger. — Possibilité de soutenir la concurrence par l'amélioration des voies de navigation et la suppression des péages. Consommation des charbons en Angleterre. — Les mines de houille du Japon. — Quartz aurifères en Amérique. — Minerais de cuivre en Californie.**

Le travail publié annuellement au nom du Comité des houillères françaises, par M. Burat, est toujours consulté avec fruit, parce qu'il ne donne pas seulement des renseignements sur la situation de l'industrie houillère de la France, mais qu'il renferme aussi des notions intéressantes à d'autres points de vue.

Ainsi le volume de l'année dernière, dont les *Annales du Génie civil* ont rendu compte (4e année, page 258), nous a fait connaître avec beaucoup de détails la répartition et la production des bassins houillers de l'Europe occidentale, de l'Europe orientale, du groupe des Iles-Britanniques et du groupe des bassins de l'Amérique du Nord.

Cette année, M. Burat, après avoir examiné plus particulièrement les houillères de France, de Belgique, de Prusse et d'Angleterre, a abordé l'examen des moyens de développer la production houillère en France, et a traité plus particulièrement la question des canaux et des rivières, celle de la suppression des péages et celle du transport des houilles par les chemins de fer.

Empruntons d'abord à la *Situation de l'industrie houillère* quelques détails statistiques :

La production en 1864 a été de 111 millions de quintaux métriques, c'est-à-dire qu'elle a dépassé de plus de 5 millions l'extraction de 1863. Cette augmentation d'environ 5 p. 100 justifie les prévisions de M. Burat, qui établissait dans le travail précédent que depuis le commencement du siècle la production de la houille en France double après chaque période de douze à quatorze ans. Voici quelques chiffres à l'appui de cette prévision :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Production en | 1789 | 250,000 | tonnes. |
| — | 1815 | 950,000 | — |
| — | 1830 | 1,800,000 | — |
| — | 1843 | 3,700,000 | — |
| — | 1857 | 7,900,000 | — |
| — | 1863 | 10,590,000 | — |
| — | 1864 | 11,100,000 | — |

En 1870, le chiffre total de la production, si le progrès continue dans les mêmes proportions, sera donc de plus de 15 millions de tonnes.

La consommation suit aussi en France une progression constante; les importations de houille étrangère dépassent la moitié du chiffre de la production. Ainsi, en 1864, l'Angleterre a importé 12,431,216 quintaux métriques; la Belgique 31,367,904, la Prusse, etc., 8,732,075; divers 15,892. Total de la houille importée 52,547,087 q. m., auxquels il convient d'ajouter la houille importée sous forme de coke : l'importation de coke ayant été de 6,519,360 q. m., et le rendement des houilles transformées étant supposé de 65 à 70 p. 100, les cokes importés représentent plus de 10 millions de quintaux métriques, et on arrive ainsi à un chiffre total d'importa-



tion d'à peu près 65 millions de quintaux métriques. La consommation de la France, en 1864, a donc été de 176 millions de quintaux métriques (111 millions produits, 65 millions importés).

La valeur du quintal métrique étant en moyenne de 1 fr. 14 sur le carreau des mines, la production représente 126 millions de francs ; les houilles importées (évaluées à la frontière) 95,110,227; les cokes 14,258,350. La consommation représente donc en chiffres ronds 235 millions de francs, sans tenir compte d'aucuns frais de transport.

La progression constante de la consommation de la houille chez toutes les nations industrielles serait de nature à effrayer si, comme l'avait dit précédemment M. Burat, « le développement de la production houillère n'avait pas toujours été solidaire du progrès des arts mécaniques et du développement des canaux et des chemins de fer.

« C'est par les mêmes moyens et par de nouveaux perfectionnements des machines et des procédés de fonçage des puits que l'on ira exploiter la houille à des profondeurs encore plus grandes; c'est par l'extension et le perfectionnement de nos voies de communication, chemins de fer et canaux, qu'on ira la chercher dans les moindres bassins houillers qui restent encore aujourd'hui en dehors du mouvement de la production. »

Nous avons dit que la proportion des charbons étrangers importés en France est restée constante : depuis quinze ans, elle semble invariablement fixée au tiers des consommations du pays. M. Barot pense que les seuls moyens de permettre aux houillères françaises d'expédier plus facilement leurs charbons en concurrence avec ceux de l'étranger et même d'en livrer pour l'exportation seraient l'amélioration et le dégrèvement des voies navigables.

« Ainsi, dit-il, les houillères du Nord, pour expédier leurs charbons à Dunkerque et les mettre à bord des navires qui pourraient les transporter au Havre, à Brest, etc., ont à supporter 6 fr. de frais par tonne. C'est environ *le triple* des frais que supportent les houilles anglaises à Cardiff ou à Newcastle. »

Ainsi encore les charbons criblés de Cardiff peuvent être comptés à 28 fr. la tonne rendus à Nantes, et les charbons de Newcastle à 27 fr.

Le prix de revient des charbons criblés des bassins de la Loire, de Saône-et-Loire et de l'Allier est de 16 fr.

Si à ce prix on ajoute les frais de transport, on arrive aux résultats suivants :

| | Prix du transport à Nantes. | Prix de la tonne vendue à Nantes. |
|---|---|---|
| Charbon de Saint-Étienne .......... | 22,15 | 38,15 |
| — Blanzy .................. | 17,15 | 33,15 |
| — Decise .................. | 15,60 | 31,60 |
| — Commentry ............... | 15,25 | 31,25 |

Ces prix, on le voit, rendent toute concurrence impossible. Mais avec des voies *améliorées et dégrevées*, il y aurait une diminution de 9 à 10 fr. par tonne sur les frais de transport, et alors on arriverait à des « prix qui permettraient de soutenir la concurrence anglaise, d'alimenter la marine et même dans quelques cas d'exporter. »

Les efforts du Comité des houillères françaises sont donc concentrés sur cette double question : amélioration des voies de navigation intérieure, suppression des péages imposés aux matières premières.

Nous ne pouvons reproduire les développements dans lesquels M. Burat est entré, mais nous engageons les personnes que la question intéresse à consulter la *Situation de l'industrie houillère* en 1865. Ils y trouveront des renseignements

précis sur les travaux à exécuter pour l'amélioration des canaux et pour celle des rivières, avec des évaluations des dépenses que nécessiterait l'exécution des travaux indiqués.

Quant au transport des houilles par chemin de fer, le Comité des houillères demande l'adoption d'un tarif uniforme et kilométrique de 2 1/2 centimes par tonne.

---

La consommation des charbons de terre en Angleterre a triplé depuis 1845.

En 1845, elle avait été, pour les usages domestiques et les manufactures, de 31,800,000 tonnes, et dans la même année il avait été exporté 1,800,000 tonnes.

En 1865, la consommation générale à l'intérieur a été de 87,000,000 de tonnes, et les exportations se sont élevées à 9,000,000 de tonnes.

Ces chiffres expliquent les appréhensions de ceux qui craignent que dans un temps donné l'industrie ne manque de ce qui est *aujourd'hui* son premier élément.

---

Il existe plusieurs mines de houille dans le Japon, principalement dans l'île de Yesso, mais comme elles sont exploitées d'après des moyens tout primitifs, elles ne donnent que des résultats insignifiants. Une lettre récente annonce qu'une nouvelle mine a été découverte dans les environs d'Iwanai, dans la partie nord-ouest de l'île, et ajoute que la houille est d'une qualité de beaucoup supérieure à celle des gisements exploités jusqu'alors. L'extraction se fait d'après le système européen, et on attend les meilleurs résultats de cette nouvelle exploitation.

Ajoutons que l'île de Yesso est couverte d'immenses forêts et qu'on y rencontre diverses essences de bois propres aux constructions, surtout des chênes et des frênes. Un Anglais a établi au milieu de ces forêts une scierie à vapeur dont les Japons ont sur-le-champ apprécié les avantages. Avec l'esprit d'imitation et d'assimilation qui caractérise la race japonaise, on peut prévoir que bientôt le travail mécanique remplacera sur une grande échelle le travail manuel, et l'on s'attend en Angleterre à recevoir bientôt des commandes importantes de machines. On peut aussi prévoir que dans un temps très-rapproché il y aura un grand commerce d'échanges entre l'Europe et l'empire du Japon, dont les trois îles principales ont une superficie de plus de sept mille lieues carrées, et dont la population dépasse quinze millions d'habitants.

---

Les quartz aurifères qui ont été trouvés dans les environs des grandes chutes du Potomac, à peu de distance de la cité de Washington, ont attiré l'attention de plusieurs industriels américains. Les journaux de New-York parlent de la formation de plusieurs sociétés importantes pour l'exploitation de ces quartz. On a aussi découvert récemment des quartz aurifères en grande quantité près des rives du Missouri, dans les environs du fort Benton.

Les mêmes journaux signalent l'importance de l'extraction du minerai de cuivre dans la Californie; ainsi, en 1865, il a été transporté 10,664 tonnes de San-Francisco à Boston; 7,528 tonnes à New-York; 10,726 tonnes en Angleterre: total 28,934 tonnes, soit 294,000 tonnes métriques.

(Le Comité de rédaction.)

---



# BIBLIOGRAPHIE.

**Sulle Ferrovie comunali e provinciali da costruirsi in italia,**
per Alfredo Cottrau.

Nous venons de lire avec un véritable intérêt une brochure que M. Cottrau a publiée il y a quelques jours, sous ce titre, à Florence. M. Alfred Cottrau est ingénieur des chemins de fer méridionaux de l'Italie, et il fait partie de la Société des Ingénieurs civils de Paris. C'était un double motif pour examiner cette brochure, qui, d'ailleurs, est vendue au profit des asiles de l'Enfance, à Naples.

L'auteur, après avoir dit dans son introduction que si les chemins de fer sont regardés chez les autres nations comme des facteurs puissants de la civilisation, en Italie, ils doivent être considérés comme les nerfs et les muscles du nouveau corps dans lequel doit s'incarner l'âme de la nation, présente un tableau résumant d'une manière très-précise l'importance des chemins de fer dans les principaux États de l'Europe, par rapport à la population et par rapport à l'étendue territoriale.

Nous croyons devoir reproduire ce tableau intéressant.

**Tableau de la longueur des chemins de fer en exploitation ou en construction dans différents États de l'Europe.**

| NOMS DES ÉTATS. | Nombre de kilomètres correspondant à la population (par million d'habitants) | à la superficie (par myriamètre carré) |
|---|---|---|
| Écosse | 810,17 | 5,140 |
| Angleterre | 720,00 | 7,174 |
| Suisse | 581,68 | 3,631 |
| France | 562,39 | 3,912 |
| Belgique | 464,56 | 7,368 |
| Hollande | 405,85 | 4,059 |
| Prusse | 358,11 | 2,267 |
| Espagne | 350,23 | 1,062 |
| Italie | 334,39 | 2,231 |
| Confédération germanique | 293,89 | 1,765 |
| Autriche | 222,45 | 1,206 |

Par ce tableau, M. Cottrau a voulu démontrer combien il importe à l'Italie de créer rapidement un grand nombre de lignes ferrées, non pas de lignes principales à grande vitesse, mais de lignes secondaires : un chemin de fer à grande vitesse sans embranchements de lignes secondaires exploitées à peu de frais ressemble, dit M. Cottrau, à un arbre sans racines et sans rameaux.

Nous ne pouvons pas suivre l'auteur dans les développements qu'il a donnés à cette pensée, et la traduction des calculs qu'il a faits et des devis qu'il a tracés pour l'établissement de lignes provinciales et communales en Italie n'offrirait peut-être pas un grand intérêt à nos lecteurs français. Nous ajouterons seulement que M. Cottrau affirme que, d'après le mode de construction économique qu'il indique, les chemins de second ordre, sans être tout à fait rémunératoires, n'exigeront cependant que de légers sacrifices des provinces et des communes traversées.

Le livre de M. Cottrau mérite d'être lu : il intéressera un grand nombre de personnes, au moment où en France on comprend aussi la nécessité d'augmenter le nombre des voies de communication ferrées à bon marché. A. J.

# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

**Manufactures. — Usines. — Contribution des portes et fenêtres.**

L'art. 19 de la loi du 4 germinal an XI exempte les *manufactures* de l'impôt des portes et fenêtres; la même faveur ne s'étend pas aux usines.

Il est donc important de savoir ce qui constitue une manufacture et ce qui constitue une usine.

La question s'est présentée dernièrement devant le conseil d'État au sujet des papeteries situées dans le département du Haut-Rhin.

MM. Zuber et Rieder sont propriétaires d'une papeterie : l'établissement principal est situé à l'île Napoléon, commune d'Illzach (Haut-Rhin); il contient trois cent quarante-six ouvertures et deux cent quatre-vingt-douze ouvriers y sont employés; à quelque distance se trouve une annexe qui compte deux cent soixante-trois ouvertures, et où travaillent trente-quatre ouvriers. MM. Zuber et Rieder ont été, en 1864, imposés à la somme de 552 fr. 96 c. pour les portes et fenêtres de l'établissement principal, et à 402 fr. 27 c. pour celles de l'annexe. Ils ont présenté au conseil de préfecture du département du Haut-Rhin une réclamation qui a été repoussée, et ils ont formé recours devant le conseil d'État.

Pour MM. Zuber et Rieder on soutenait que les papeteries sont des manufactures. La manufacture, disait-on, est un établissement dans lequel les matières premières ne changent pas de nature, et ne reçoivent d'accroissement de valeur que par le travail de l'homme ou des machines qu'il conduit : par exemple, la filature, le tissage. L'usine, au contraire, est un établissement dans lequel les matières premières changent de nature ou reçoivent un accroissement de valeur résultant de transformations opérées surtout par l'action physique et chimique des éléments; par exemple le haut fourneau, la verrerie.

A ce système le commissaire du gouvernement répondait : qu'au point de vue spécial de la contribution des portes et fenêtres, le nombre d'ouvriers pouvait seul servir à distinguer la manufacture et l'usine ; que si les ouvriers sont nombreux, il résulte de cette circonstance, spécialement pour les papeteries, que le travail à la main est très-considérable ; que, dès lors, les ouvriers ayant besoin d'air et de lumière, le propriétaire de l'établissement ne doit pas avoir intérêt à ménager les ouvertures.

Conformément à ces conclusions le conseil d'État a décidé que l'on devait considérer comme une manufacture et par conséquent exempte de l'impôt des portes et fenêtres l'établissement principal situé à l'île Napoléon, commune d'Ilzach, ayant 346 ouvertures et occupant 292 ouvriers; mais il a, au contraire, regardé comme constituant une usine, et par conséquent comme soumise à la contribution, le moulin à triturer les chiffons situé dans la commune de Sausheim, ayant 263 ouvertures et occupant 34 ouvriers (*Gazette des Tribunaux* des 22 et 23 janvier 1866, arrêt du 11 novembre 1865).

Il faut donc reconnaître que l'usine se distingue de la manufacture non par la

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



nature du travail qui y est opéré, mais par le nombre des ouvriers qui s'y trouvent employés.

**Octroi. — Règlement. — Exemption. — Commerce général. — Application. — Octroi de Paris. — Fers entrant dans les constructions. — Boulons.**

La Cour de cassation a rendu, récemment, en matière d'octroi, deux arrêts qui intéressent les industriels et les constructeurs.

La chambre des requêtes a décidé le 5 février : que l'article d'un règlement d'octroi qui porte que le charbon de terre employé dans les établissements industriels à la préparation de produits destinés au commerce général doit être entendu en ce sens que le bénéfice de l'entrepôt dépend de la destination des objets fabriqués ou au moins de la plus grande partie de ces objets au commerce extérieur, distinct du commerce intérieur, qui alimente la consommation locale dans le rayon de l'octroi; que dès lors il ne suffirait pas à un industriel, qui invoque le bénéfice de l'entrepôt, de se prévaloir de l'existence d'un commerce en gros des objets fabriqués à l'aide des charbons introduits, et que s'il se refuse à justifier de l'exportation de tout ou partie des objets manufacturés en dehors du rayon de l'octroi, c'est à bon droit qu'il est reconnu passible du paiement des droits sur le charbon employé.

La chambre civile a jugé, de son côté, le 24 janvier : que l'on devait considérer comme passibles de droits d'octroi, les boulons en fer dont la forme et la dimension indiquent qu'ils sont destinés à relier entre elles les diverses pièces des constructions en fer, ces boulons devant être classés parmi les fers et fontes façonnés, destinés à entrer dans les constructions et qui se trouvent soumis aux droits en vertu, tant de l'article 43 du tarif d'octroi de la ville de Paris, que du décret du 3 novembre 1855.

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

---

## RENSEIGNEMENTS.

**Réduction d'appareils, etc.** — Nous entendons formuler beaucoup de plaintes sur l'exiguité des places accordées ou promises à la prochaine Exposition internationale, et ces plaintes émanent non-seulement d'industriels étrangers, mais aussi d'industriels français. Nous croyons donc faire chose utile en annonçant que M. Jacquin, ingénieur, préparateur à l'École des arts et manufactures et secrétaire de M. Perdonnet, vient de donner une grande extension à l'atelier qu'il avait d'abord fondé simplement pour la construction des modèles relatifs aux cours de l'École centrale et aux conférences de l'association polytechnique.

Cet atelier, installé 20, rue de l'Église, aux Batignolles, se charge, dans un très-court délai, de la reproduction matérielle ou graphique des objets destinés à l'Exposition : modèles, reliefs, appareils, réduction, dessins de toute nature, etc.

Nous félicitons M. Jacquin d'avoir organisé un atelier de cette nature, qui est appelé à rendre de véritables services et sur lequel nous nous proposons de revenir prochainement.

---



---

# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

| MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 236 | 50 |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 210 | » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | » | » |
| Étain Banca | 220 | » |
| — des détroits | 217 | 50 |
| — anglais | 227 | 50 |
| Plomb brut de France | 51 | 50 |
| — d'Espagne | 52 | » |
| — d'Angleterre | 52 | » |
| Zinc brut de Silésie | 64 | » |
| — Autres provenances | 62 | 50 |
| **MARSEILLE** (entrepôt). | | |
| Aciers de Suède, n° 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, n° 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |
| **SAINT-DIZIER.** | | |
| Fontes au bois | » | » |
| Fers au bois | 225 | » |
| Fers métis | 220 | » |
| Fers au coke | 200 | » |
| **PEINTURES.** | | |
| Colza brut (tous fûts) | 114 | » |
| — en tonne | 117 | 50 |
| — épurée | 125 | 50 |
| Lin brut (tous fûts) | 106 | » |
| OEillette commune (hectolitre) | 107 | » |

| PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté). | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 47 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 48 | » |
| — — 36 | 39 | » |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 9 | » |
| Sel de soude | 36 | » |
| Sel d'étain | 205 | » |
| **BOIS.** | | |
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 | |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norwége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0034) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 | 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |
| **MAÇONNERIE.** (Paris, octroi, transport compris). | | |
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | » | |
| — grasse | 28 | » |
| Ciment de Portland | 9 | 50 |
| Ciment façon de Portland | » | |
| Briques creuses (le mille) | 55 | » |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.



# DE LA FIXATION DES MORDANTS

## DANS LA FABRICATION DES INDIENNES.

Une des opérations les plus importantes de la fabrication des indiennes garancées et qui concourt la première à l'intensité et à la beauté des couleurs produites par la garance est celle qui consiste à combiner avec le tissu les oxydes métalliques qui entrent dans la composition des mordants formant les couleurs d'impression. Ces mordants sont, comme on sait, le pyrolignite de fer pour les violets, et l'acétate d'alumine pour les rouges et les roses, et le mélange de ces deux sels pour les bruns. Les bases qu'il s'agit de fixer sur le tissu sont l'oxyde ferrosoferrique et l'oxyde d'aluminium.

Nous ne parlerons pas ici des recherches auxquelles a donné lieu la détermination de la meilleure composition des différents mordants que l'on emploie dans les fabriques de tissus imprimés. Ces recherches remontent au commencement du dix-huitième siècle (Hellot, Dufay, Bergmann), et ont été poursuivies jusqu'à nos jours (Macquer, Haussmann, Valter Crenn, Dr Kœchlin, H. Schlumberger). Nous ne parlerons ici que de la marche à suivre pour provoquer, de la manière la plus avantageuse à une bonne teinture, la formation des oxydes que nous venons de nommer et leur fixation sur le tissu, avant les opérations du bousage ou dégommage et de la teinture.

Cette fixation s'obtenait autrefois par la suspension des étoffes imprimées, pendant plusieurs jours, dans de grandes chambres ou étendages, dont l'air était renouvelé d'une manière irrégulière et peu efficace. La formation des sous-sels et la fixation des bases métalliques destinées à former des laques colorées dans les fibres des tissus étaient le résultat de l'évaporation lente de l'acide qui, dans la couleur d'impression, tenait ces bases en dissolution, et de l'oxydation de ces dernières par l'oxygène de l'air contenu dans les étendages. Ce mode de décomposition des mordants imprimés était défectueux; la fixation de leurs bases dans le tissu était irrégulière et lente, et, de plus, elle nécessitait l'emploi de vastes constructions dans l'intérieur desquelles on pouvait suspendre plusieurs centaines de pièces à la fois. Il arrivait aussi que si les pièces avaient été trop serrées les unes contre les autres pendant le temps de leur suspension, ou si la ventilation était mal établie, les mordants se décomposaient inégalement; l'évaporation de l'acide se faisait mal, les bases se formaient en quantités inégales et plus ou moins considérables sur les parties de l'étoffe, selon qu'elles avaient été plus ou moins exposées à l'action de l'air; il se produisait alors, pendant l'opération de la teinture, des tons de couleurs inégaux et plus ou moins intenses, selon la quantité de base métallique fixée sur le tissu.

Les fabricants furent de tous temps préoccupés de ces graves inconvénients et cherchèrent à y porter remède. On songea à régulariser la dé-

composition des mordants et à activer la formation des bases libres qui doivent se fixer sur l'étoffe imprimée, en faisant passer cette dernière dans un courant de gaz ammoniac. Ce dernier s'emparait de l'acide acétique de la couleur d'impression, et les oxydes de fer et d'aluminium, rendus libres, se combinaient intimement avec les fibres du tissu. On pouvait teindre les pièces qui étaient ainsi passées dans un courant de gaz ammoniac très-peu de temps après leur impression, et les violets que l'on obtenait de cette manière étaient fort beaux. Les rouges supportaient moins bien ce mode de fixation, et les couleurs qui en résultaient étaient plus ternes. De plus, ce qui est un inconvénient fort grave, on ne pouvait fabriquer de cette manière que certains genres d'impressions, et on comprend que le rôle des réserves acides sous-mordants, par exemple, devait inévitablement être détruit par la saturation alcaline de l'acide qui devait empêcher la base du mordant, rendue libre, de se fixer sur l'étoffe en se combinant avec elle pour former un sel soluble; cette saturation de l'acide par l'ammoniaque empêchait ainsi la dissolution de la base du mordant qui colorait alors les places destinées primitivement à rester blanches pendant la teinture. Cependant, malgré les défauts de ce système, on le suivit pendant longtemps, en ne l'appliquant qu'aux genres qui ne pouvaient en souffrir, et la rapidité qui en résultait dans l'exécution des travaux était un avantage trop considérable pour qu'on l'abandonnât avant la découverte d'un autre qui possédât cette qualité indispensable aux industries modernes, tout en n'en ayant pas les côtés défecteux. On chercha donc d'autres moyens pour décomposer les mordants imprimés et pour en oxyder et fixer les bases sur les tissus, et l'on revint, en s'en servant d'une manière plus rationnelle, aux agents naturels qui sont les moins coûteux, c'est-à-dire la chaleur et la vapeur d'eau. En effet, par la chaleur on provoque l'évaporation de l'acide des mordants, et par l'air humide on détermine, dans d'excellentes conditions d'affinité pour les fibres du tissu, la formation et l'oxydation des bases colorables.

On employa les anciens étendages munis de leurs tringles, qui servaient à suspendre les pièces; on y établit de bons systèmes de ventilation et de chauffage, afin d'y maintenir d'une manière aussi égale que possible la température nécessaire dans toutes leurs parties. L'humidité nécessaire se produisait, tantôt au moyen de vapeur d'eau chaude qu'on y introduisait artificiellement, tantôt au moyen de canaux irrigateurs qui traversaient le terrain sur lequel ils étaient construits. On y suspendait les pièces imprimées et on avait le soin de les examiner souvent et de changer fréquemment leur position en les faisant avancer ou reculer sur les roulettes de suspension, de telle sorte que les différentes parties d'une même pièce se trouvaient alternativement dans le haut et dans le bas de l'atelier. On laissait les pièces soumises ainsi à l'action simultanée de la chaleur et de l'humidité, tant qu'elles faisaient entendre un petit bruit sec quand on les agitait. Deux jours suffisaient généralement pour que les pièces mordancées parvinssent au degré hygrométrique nécessaire à la fixation totale de la base du mordant.

Le progrès était marqué sur les anciens procédés de suspension qui nécessitaient de huit à dix jours pour atteindre des résultats moins complets. Mais ce n'était pas encore assez, et on est arrivé peu de temps après à une construction de chambres à oxyder ou d'oxydation dans lesquelles les mordants subissaient la transformation nécessaire à leur union intime avec le tissu, en une demi-heure seulement. Le progrès est immense, et on n'a qu'à se féliciter de la rapidité du travail dans cette partie essentielle de la fabrication des indiennes; et tel fabricant qui, il y a peu de temps encore, ne pouvait fabriquer que 2 à 300 pièces par jour, atteint aujourd'hui le chiffre de 7 à 800, d'une manière plus régulière, sans aucun des inconvénients qu'entraînent toujours à leur suite l'emploi de vastes emplacements et la perte d'un temps précieux, temps qui était nécessaire à la décomposition des mordants et aux essais fréquents de teinture qu'on était obligé de faire pour s'assurer de leur fixation complète.

Le nouveau mode d'opérer, généralement suivi dans les grandes fabriques d'Angleterre, de France et d'Allemagne, et qui nous a donné à nous-même les meilleurs résultats, peut se définir de la manière suivante :

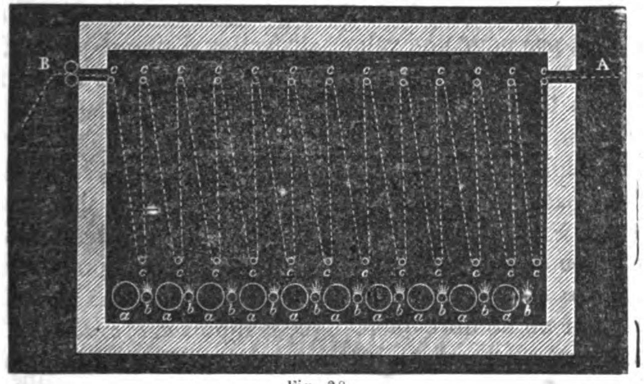



Fig. 28.

La chambre d'oxydation est disposée ainsi : Dans sa partie inférieure se trouvent placés les tuyaux de chauffage *aaa*, entre lesquels on a établi des conduits de vapeur *bbbb*, qui correspondent avec le générateur de l'établissement.

Au-dessus de ce système de tuyaux on a disposé une suite de roulettes *cccc*, sur lesquelles passent les pièces imprimées que l'on fait entrer en A et sortir en B. Le temps qui s'écoule entre le moment de l'entrée et celui de la sortie doit être de vingt-cinq minutes environ, et il faut calculer la distance qui existe entre les roulettes, ainsi que le mouvement qu'on imprime aux pièces, de manière que le trajet ne soit pas d'une moindre durée. On élève la température de la chambre à 40°, on ouvre les robinets qui laissent entrer la vapeur et on fait passer les pièces de A en B; aussitôt après, elles sont rangées en piles, et douze heures après on les porte à l'atelier du dégommage et de la teinture.

D<sup></sup>r KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

# RÉSISTANCE DES POUTRES MÉTALLIQUES CONTINUES
## APPUYÉES EN PLUS DE DEUX POINTS.

(SUPPLÉMENT *à l'article inséré dans le n° de décembre* 1865 *des* ANNALES DU GÉNIE CIVIL.)

L'article publié dans le numéro de décembre 1865 des *Annales du Génie civil* a été l'objet de critiques portées à notre connaissance, soit de vive voix, soit par lettres particulières.

On nous reproche surtout de ne pas établir clairement ce que nous trouvons d'erroné dans la méthode Clapeyron. La position scientifique élevée de cet illustre ingénieur devait nous conseiller une extrême réserve, nous dit-on.

Nous le reconnaissons : certains noms ont une autorité si grande et si méritée, — et celui de M. Clapeyron est de ce nombre, — qu'il faut avoir une triple conviction pour combattre leurs idées.

En ce qui concerne le sujet traité, nous avons cette conviction, et nous ne désespérons pas de la faire partager au lecteur. Si nous insistons, ce n'est pas pour une vaine satisfaction d'amour-propre; des intérêts très-graves sont ici engagés; il s'agit d'une bonne répartition de la matière dans les constructions métalliques dispendieuses de nos voies de circulation.

Nos objections, présentées à un point de vue trop scientifique peut-être, n'ont pas été généralement acceptées; nous allons en fournir d'autres tout à fait pratiques et si palpables, qu'il ne restera pas la plus petite place au doute, même dans les esprits les plus prévenus.

Considérons une poutre continue, dont nous figurons l'axe *abcd*, etc., supportée par un nombre quelconque d'appuis *a*, *b*, *c*, *d*, etc.

Cet axe, sous une charge déterminée uniformément répartie sur chaque travée (le poids uniforme pouvant varier en passant d'une travée à la suivante, c'est l'hypothèse de M. Clapeyron), cet axe, dis-je, est supposé prendre la forme indiquée sur la figure.

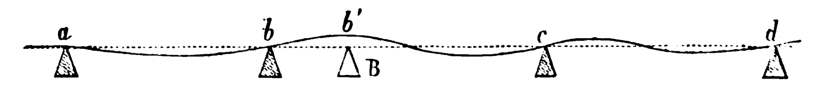



Fig. 29.

Le tracé passe en majeure partie au-dessous de la droite horizontale *ad*, qui était la forme primitive de l'axe avant le chargement; mais certaines portions telles que *bb'* s'élèvent au-dessus; car s'il n'en était pas ainsi, la tangente à cette ligne sur les points d'appui serait horizontale, et la poutre pourrait être considérée comme encastrée en ces endroits, ce que l'on considère comme une hérésie.

Plaçons entre *b* et *b'* un nouvel appui au niveau de l'horizontale *ad*, et qui, par conséquent, n'ait pas le moindre contact avec le système. Évidemment il ne devrait rien changer à son état d'équilibre. Suivant

M. Clapeyron, il en est tout autrement. Recommençons en effet ses calculs en substituant à la travée $bc$ les deux travées $bB$ et $Bc$, sans modifier d'ailleurs la répartition des forces, nous trouverons un axe qui passe par le point $B$ et des moments différents de ceux primitivement calculés. Nous n'avons même pas besoin de recommencer ces opérations pour le faire voir; c'est l'hypothèse même de cette méthode qui fournit ce résultat. On pose en principe que la poutre doit reposer sur tous les appuis et on introduit cette condition dans les calculs. On l'introduit d'ailleurs par une raison bien simple, car si on ne le faisait pas, cette solution n'en serait pas une, le problème resterait indéterminé.

Mais, dira-t-on peut-être, dans la pratique, avec les espacements des appuis et les charges ordinairement en usage, il y a toujours contact. Cela est vrai; mais puisque cette méthode donne des pressions en des points où il n'y a réellement pas appui, elle peut aussi augmenter, dans une forte proportion, la charge véritable des supports là où le contact existe. Nous n'avons pas d'ailleurs l'intention d'examiner toutes les conséquences d'une hypothèse fausse; pour le moment, notre but unique est de constater l'erreur.

V. FABRÉ.

---

# FALSIFICATIONS ET ESSAIS DES MATIÈRES GRASSES EN GÉNÉRAL.

PAR M. **LÉON DROUX**,
Ingénieur civil.

FIN. — Voir la livraison d'avril, page 243.

---

## § VII. PROCÉDÉS PRATIQUES POUR CONSTATER LA PURETÉ D'UNE HUILE.

Nous avons indiqué (§ 1) les falsifications que les huiles peuvent subir.

Pour reconnaître ces falsifications, voici les moyens pratiques que nous conseillons, moyens à la portée de tous, même d'un contre-maître peu habile.

*Eau.* Nous supposons que le fût d'huile a été vérifié comme poids et comme tare. S'il y a mélange d'eau accidentel ou volontaire, l'huile étant toujours plus légère que l'eau, ces deux matières ne seront jamais liées intimement. On laisse les futailles en repos pendant un certain temps, une nuit par exemple, puis on soutire par le bas un peu d'huile dans une éprouvette; c'est ce qu'on appelle *piquer les fûts*. S'il y a mélange d'eau, c'est cette portion d'huile soutirée qui en contiendra le plus. Pour faciliter la séparation, on met un peu d'huile dans une éprouvette profonde et peu large (10 centimètres de hauteur, 2 centimètres de diamètre), et on expose à une légère chaleur qui rend l'huile plus fluide. On ne tarde pas à voir déposer dans le fond toute l'eau contenue dans l'échantillon.

*Eau additionnée de sels métalliques.* Si l'huile est trouble, si elle ne devient pas limpide, exposée à une douce chaleur, c'est qu'elle contient de l'eau additionnée de sels, qui forment savon, ou d'un excès de mucilage.

On prendra 100 grammes d'huile soupçonnée, dans laquelle on ajoutera 3 grammes d'acide sulfurique mélangé de 7 grammes d'eau. Ce mélange, placé dans une éprouvette et exposé à une douce chaleur, décomposera le savon additionné frauduleusement, et l'huile pure viendra surnager. Il sera alors facile d'en constater le poids. Le manquant indiquera la fraude.

*Nature de l'huile.* La couleur, la saveur, l'odeur, et les caractères généraux des huiles aideront beaucoup à leur reconnaissance; on pourra, en outre, employer l'*oléomètre à froid de Lefebvre*, qui, tout en ne présentant pas toujours une grande certitude, pourra cependant rendre des services.

Lorsqu'il s'agira de reconnaître dans un échantillon donné, s'il est composé de telle huile, ou d'un mélange d'autres huiles avec celle indiquée, l'odeur, la saveur, la couleur, seront les premiers indices; mais l'oléomètre sera employé. Supposons un mélange d'huile d'olive : l'oléomètre devra indiquer 17° pour l'huile pure; s'il indique 20°, on recherchera si, dans l'odeur, on ne peut trouver l'odeur du lin, du colza, de l'arachide, par exemple, qui conserve même dans le mélange une saveur de haricot vert. Entre 17° et 25°, l'oléomètre peut indiquer un mélange d'huile d'œillette; la différence de 8°, entre 17° et 25°, équivaudra pour 1° 1/8 de mélange, 2° 1/4 et ainsi de suite.

Avec l'huile de sésame le mélange sera constaté si l'oléomètre reste plongé entre 17° et 23°.

Quand on tiendra à savoir à quelle nature d'huile on aura affaire, il faudra avoir recours aux réactions chimiques et à la coloration, car l'oléomètre restant plongé à 20°, par exemple, indiquera aussi bien un mélange d'œillette que d'arachide, peut-être un mélange des deux.

L'huile d'arachide ayant la même densité que celle d'olive, l'oléomètre ne pourra constater aucun mélange de ces deux huiles, il faut alors avoir recours au procédé de M. Boudet, par l'acide hypo-azotique, ou aux colorations de M. Cailletet.

Pour le surplus, nous renvoyons aux ouvrages spéciaux, car l'examen des procédés plus ou moins compliqués nous entraînerait trop loin dans cette note.

Le point le plus important à constater pour le fabricant de savons, c'est la quantité de matière grasse que contient réellement l'huile, c'est-à-dire la proportion d'eau ou de matière étrangère à éliminer; c'est ce que nous avons indiqué plus haut. Il est bien loin de notre pensée de vouloir dire que la nature de l'huile ne présente pas pour le fabricant une grande importance, puisque chaque espèce lui donnera un savon d'une plus ou moins belle qualité et en plus ou moins grande quantité; mais toute matière grasse se transformera en savon, tandis que l'eau interposée dans l'huile lui présentera toujours une perte réelle.

L'huile d'olive étant toujours d'un prix plus élevé que les autres, nous avons donné quelques détails sur ses falsifications. Nous ajouterons que l'*huile de colza*, une des plus importantes au point de vue commercial, est souvent mélangée avec des huiles de lin, de baleine, et avec l'acide

oléique. La saveur et l'oléomètre pourront prouver ces fraudes. Le procédé Heydenreich : coloration par l'acide sulfurique, dénotera les huiles animales par une coloration noirâtre; enfin les colorations de M. Cailletet, indiquées à la table ci-jointe, aideront à les reconnaître.

Nous indiquerons encore les procédés pour reconnaître l'*acide oléique de saponification*, souvent mélangé avec l'acide oléique de distillation ou avec de la résine.

L'oléine doit être jaune rougeâtre, ne présenter au papier de tournesol aucune réaction acide, et donner à l'oléomètre l'indication O. Elle n'est pas toujours claire et se trouble fortement dès que la température descend au-dessous de +10°; on peut essayer par les procédés ci-dessus si elle ne contient pas d'eau.

Versée en gouttes sur une pelle chauffée au rouge, elle dégage une odeur d'acroléine plus intense pour l'acide oléique provenant de la distillation que pour celui extrait par saponification; si l'acide oléique contient de la résine, l'odeur s'en dégage en la chauffant ou en la versant sur la pelle.

L'odeur et la saveur âcre de l'oléine distillation pourrait encore la faire reconnaître facilement; mais le procédé qui donne des résultats certains, c'est par la réaction de l'acide hypo-azotique.

On se procure un échantillon d'acide oléique saponification d'une pureté authentique : on en verse 100 grammes dans une éprouvette, on verse également dans une éprouvette de même contenance 100 grammes d'acide oléique à essayer, puis on ajoute dans chacune des deux éprouvettes 10 grammes du réactif Boudet (6 de mesure, 7 1/2 d'acide azotique), récemment préparé et à l'état liquide, on agite avec soin les deux éprouvettes et l'on attend la solidification. L'acide oléique saponification pure sera solidifié et transformé en acide élaïdique, en 20 ou 30 minutes, tandis que l'autre échantillon, s'il contient de la distillation, ne se solidifiera pas, à moins d'un long espace de temps.

Si l'on soupçonne la présence de la résine dans l'acide oléique, on l'essayera suivant les indications de M. Cailletet, par une solution acide d'azotate de mercure (1 centim. cube de mercure, 12 centim. cubes d'acide, 4 centim. cubes d'huile).

L'acide oléique pur, qui est jaune rougeâtre, essayé par ce procédé, mousse en *paille pâle;* l'huile qui se réunit sous la mousse est *jaune sale*.

L'huile de résine essayée de la même manière donne une mousse orange très-foncé : l'acide se colore en jaune orange.

Lorsque l'acide oléique contient 10 p. 100 de résine, la mousse est *jaune*, l'huile qui se réunit sous la mousse est *orange*, et l'acide devient légèrement ambré.

On pourra ainsi doser en moyenne un mélange d'acide oléique et de résine, en produisant des gammes par l'huile et l'acide.

Malheureusement tous ces procédés laissent à désirer. Il serait utile de rechercher les proportions exactes d'acides gras liquides, et d'acides gras solides contenus dans les huiles après la saponification, d'en dresser un tableau, et de partir de ce principe pour opérer les essais, en recher-



chant les quantités de matières concrètes. Nous avons appliqué cette idée aux essais industriels des graisses et des suifs, et nous en avons ainsi obtenu des résultats précis.

## ESSAIS DES CORPS

| NATURE DES HUILES. (Les huiles indiquées en petit caractère sont celles qui servent aux mélanges.) | EXAMEN PHYSIQUE. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | COULEUR. | SAVEUR. | ODEUR. | Se congèle à | DENSITÉ. (à la temp. de + 15°) | OLÉOMÈTRE. (à la temp. de + 15°) | ALCOOMÈTRE. (à la temp. de + 15°) |
| **Olive.** Œillette, arachide, sésame, lin, colza. | Jaune pâle ou jaune verdâtre. | Agréable, d'olive. | Agréable, d'olive. | + 2 à + 5 | 0.9170 | 17 | 58°5 |
| **Sésame.** Arachide, lin, colza, œillette. | Blanche et blanc jaune. | Légère de haricots verts. | Faible. | + 2 à + 5 | 0.9235 | 23 | 55°6 |
| **Arachide.** Lin, colza, œillette. | Blanche et blanc jaunâtre. | De haricots verts très-prononcée. | Faible, d'amande. | + 2 | 0.9770 | 17 | 58°5 |
| **Colza.** Œillette, cameline, lin, acide oléique. | Jaune pâle, jaune. | Désagréable, *sui generis*. | Désagréable, de chou. | — 5 | 0.9150 | 14 | 59°5 |
| **Œillette.** Sésame, arachide. | Blanche. | Douce et agréable, d'amande. | Faible et agréable, d'amande. | — 15 | 0.9253 | 25 | 54°6 |
| **Chènevis.** Lin, résine. | Verdâtre ou jaune verdâtre. | Fade et désagréable, de chanvre. | De chanvre. | — 28 | 0.9270 | 27 | 53°9 |
| **Lin.** Résine, baleine. | Jaune. | Désagréable, *sui generis*. | Faible, désagréable. | — 27 | 0.9350 | 35 | 49°8 |
| **Cameline.** Lin, acide oléique. | Jaune d'or limpide. | Insipide. | Inodore. | — 18 | 0.9282 | 28 | 53°4 |
| **Ricin.** Œillette, olive. | Jaune. | Fade et désagréable, purgative. | Désagréable. | — 18 | 0.969 | » | » |
| **Coton.** | Rougeâtre et jaune foncé, trouble. | Faible et agréable. | Faible. | — 4 | 0.9306 | 30 | 52°1 |
| **Baleine.** Acide oléique, coton, résine. | Rougeâtre, jaune orange, trouble. | Très-désagréable, de poisson. | Fétide. | 0 | 0.9240 | 24 | 55°3 |
| **Acide oléique.** Coton, huile de lard, résine. | Jaune brun foncé, limpide. | Désagréable, âcre et piquante. | Désagréable, âcre et piquante. | + 5 | 0.9003 | 0 | 66° |
| **Huile de lard.** Coton, acide oléique, résine. | Grise, jaunâtre, limpide. | De lard rance. | De lard. | — 2 | 0.930 | » | » |
| **Huile de cheval.** Coton, acide oléique, résine. | Jaune brun, un peu trouble. | Faible. | Animale, *sui generis*. | + 6 | 0.930 | » | » |

Nous avons réuni dans le tableau suivant les principaux caractères, la densité, et les principales réactions des huiles employées dans la savonnerie.

## GRAS LIQUIDES (HUILES).

### ÉPREUVES PAR RÉACTIONS CHIMIQUES.

| COLORATION par l'acide sulfurique. PROCÉDÉ HEYDENREICH. | COLORATION PAR LES PROCÉDÉS CAILLETET. ACIDE AZOTIQUE ET MERCURE. 1° Phase liquide. | 2° Phase solide. | 10 gouttes acide sulfurique, 10 gouttes acide azotique, dans 20 grammes d'huile. MOUSSE. | HUILE. | SOLIDIFICATION par le procédé de M. POUTET. | OXYGÉNATION. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jaune prononcé puis verdâtre. | Bleu, puis vert de gris. | Blanc bleuâtre. | Peu volumineuse, couleur paille. | Paille pâle. | 4 heures. | Non siccative. |
| Rouge vif. | Orange ou rouge brique. | Orange. | Volumineuse, orange. | Orange. | 2 heures 1/2. | Non siccative. |
| Jaune gris sale. | Jaune. | Orange. | Citron. | Orange. | » | Non siccative. |
| Auréole bleu verdâtre. | Bistre passant au minium. | Jaune citron. | Orange. | Rouge orange. | » | Non siccative. |
| Jaune pâle avec contours gris sale. | Saumon. | Rouge brique. | Rouge. | Rouge. | Ne se solidifie pas. | Siccative. |
| Émeraude. | » | » | » | » | Ne se solidifie pas. | Siccative. |
| Rouge brun passant au brun noir. | » | » | » | » | Ne se solidif. pas, se colore en rouge. | Très-siccative. |
| Jaune, puis orangée. | » | » | » | » | » | Non siccative mais se dessèche. |
| » | » | » | Jaune d'or. | Jaune d'or. | Se solidifie. | Légèrement sicc. mais se dessèche à l'air. |
| Jaune avec stries brunes au centre. | » | » | » | » | » | Non siccative. |
| Rouge brun foncé. | » | » | » | » | | Non siccative. |
| Sans changement. | » | » | » | » | Concrétée en une 1/2 h. | Non siccative. |
| Brun noirâtre. | » | » | » | » | » | Non siccative. |
| Brun noirâtre. | » | » | » | » | » | Non siccative. |

## § VIII. PROCÉDÉ PRATIQUE POUR DÉTERMINER LA VALEUR COMMERCIALE DES MATIÈRES GRASSES.

Nous avons dit (§ 1), au commencement de ce chapitre, que les graisses et les suifs étaient généralement encore plus falsifiés que les huiles; mais s'il n'est pas toujours facile de constater, comme pour les huiles, le mélange de deux matières, on peut arriver, à l'aide d'un instrument que nous avons imaginé, et que nous décrivons plus loin, à déterminer exactement la valeur commerciale de la matière grasse.

Les huiles de coco et celles de palme ne sont presque jamais falsifiées intentionnellement, elles peuvent seulement contenir plus ou moins d'eau.

Comme pour les huiles liquides, on en prendra un poids déterminé, 100 grammes, par exemple; on fera fondre cette quantité dans une capsule de porcelaine et on portera la température à + 102 ou + 105 pendant 8 à 10 minutes, en ayant soin d'agiter avec une baguette de verre. Dès qu'on aura atteint + 100, toute l'eau s'évaporera, et par une simple pesée, on constatera le manquant qui représentera la quantité d'eau primitivement contenue dans l'huile.

Si l'on soupçonne une introduction d'eau salée, on fera subir à la matière grasse un léger lavage acide.

Le fabricant de savons a en outre quelquefois intérêt à connaître la nature plus ou moins riche en oléine des huiles de palme ou de coco; l'instrument que nous décrivons plus loin servira également à la reconnaissance de ces huiles ou beurres, des graisses et des suifs; nous étudierons donc en même temps le procédé pratique, qui est le même pour tous les corps gras concrets.

Jusque dans ces dernières années, les moyens organoleptiques, l'odeur, la saveur, l'état général des graisses ou des suifs étaient les seuls moyens employés à leur reconnaissance. Il nous est personnellement arrivé de soumettre à un vieux praticien, dont la décision était pour ainsi dire souveraine, deux échantillons de suifs, l'un parfaitement pur et fondu sous nos yeux, l'autre mélangé de 120 °/₀ de flambart : le premier échantillon et le second ont été déclarés de la même provenance et tous deux d'excellents suifs!

La fraude des suifs et des graisses est tellement facile qu'elle est devenue générale; aussi conseillons-nous aux fabricants de ne jamais acheter une seule partie de matière grasse sans l'avoir analysée au préalable.

Les huiles de palme et de coco, ainsi que nous l'avons dit plus haut, ne contiennent généralement que de l'eau.

Les suifs, les graisses, les flambarts contiennent de l'eau combinée avec la matière grasse au moyen d'un alcali, de la fécule, des os broyés, de la terre de pipe, du kaolin, de la gélatine, et enfin surtout des résidus de fonte et des huiles ou graisses de qualité inférieure.

Les graisses d'os, les graisses vertes, et généralement toutes les graisses inférieures contiennent *toujours* de l'eau et souvent jusqu'à 20 °/₀ de matières étrangères.

Les fabricants de savons ont d'abord à se préoccuper de la quantité

exacte de corps gras contenus réellement dans les matières qu'ils ont à traiter; mais pour le fabricant d'acide stéarique, surtout, la matière grasse n'a de valeur qu'en proportion de l'acide stéarique qu'elle contient.

Dans l'état actuel, on a recours au point de fusion du suif, opération très-délicate, sinon impossible; car ce point de fusion varie selon la température du local où l'on opère, et, selon que l'échantillon aura été plus ou moins chauffé pour le mettre dans l'éprouvette, il est variable, à la volonté de l'opérateur plus ou moins adroit. Cet essai n'indique pas la quantité de matière étrangère que contient le suif; quant au point de fusion, il est tellement incertain, que pour le même échantillon il variera de 1 à 2 degrés dans la même journée.

En outre le point de fusion du suif n'est jamais en rapport avec celui de l'acide gras extrait de ce même suif; il ne semble y avoir aucune relation entre eux, sans doute en raison des erreurs inévitables que l'on commet en le prenant. Dans les pays chauds, par exemple, ou pendant l'été, la température de l'atmosphère étant voisine de celle du point de fusion du suif, et quelquefois supérieure à celui des graisses, la solidification de la matière se fait attendre trois, quatre et même cinq heures, et les résultats n'ont alors aucune signification. Le tableau suivant, avec l'indication des endroits d'expérimentation et des natures de suif, prouvera ce que nous avançons :

*Comparaison des points de fusion des suifs et des acides gras.*

| EXPÉRIENCES. | PROVENANCE DES SUIFS. | FONTE. | POINT DE CONGÉLATION DU SUIF. | POINT DE CONGÉLATION de l'acide gras. |
|---|---|---|---|---|
| 1859. Clichy-Paris. . | des environs de Paris. | Creton. | 34°.4 | 45°. |
| » » | du fondoir de Clichy. | Acide. | 36 .2 | 44 .7 |
| » » | » » | » | 35 .[illegible] | 44 .2 |
| » » | » » | » | 34 .7 | 44 .3 |
| » » | d'un fondoir (abattoir Montmartre). | » | 36°. | 43 .2 |
| 1862. Lyon . . . | fondu à l'usine même. | Creton. | 34 .6 | 44 . |
| » » | fondu à l'usine même. | Acide. | 35 .5 | 44 .2 |
| 1864. Arras . . . | des environs. | Creton. | 33 . | 44 .2 |
| » » | » | » | 34 .5 | 44 .3 |
| » » | » | » | 34 .7 | 43 .9 |
| 1865. San-Sébastian (Espagne). . | du pays, fondu à l'usine même. | Acide. | 34 .5 | 44°.8; 45°. |
| » » | Séville. | Creton. | 39°; 40°.4 | 44 .3; 44 .4 |
| » » | de la Plata. | » | 34 ; 34°.4 | 44 .2; 44 .5 |
| SUIFS D'ÉPLUCHURES. | | | | |
| 1859. Clichy-Paris. . | Suif d'épluchures. | » | 33°.5 | 40 .8; 40 .7 |
| » » | » » | | 33 .6 | 39°.8 |
| PETITS SUIFS. | | | | |
| 1859. Clichy-Paris. . | Divers. | » | 28 . | 39 . |
| » » | » | » | 32 . | 40 . |
| » » | » | » | 31 . | 38 .5 |
| SUIFS D'OS. | | | | |
| 1859. Clichy-Paris. . | de Paris. | » | 27 . | 38 . |
| » » | » | » | 30 .5 | 38 . |
| » » | » | » | 31 . | 37 .8 |

Ainsi, un suif dont le point de fusion était + 36.2 (Paris) a donné pour celui de l'acide gras correspondant + 44. 7, tandis qu'un suif titré + 39° (Séville) et + 40. 4, a donné sensiblement le même acide gras + 44. 3 à + 44. 7, c'est-à-dire qu'à la seule inspection de ces deux suifs, on aurait accordé une grande préférence au second, tandis que le premier au contraire était préférable.

Il faudrait donc expérimenter sur le corps gras transformé en acides gras, opération qui produit une matière cristallisable, fusible à une température toujours supérieure à celle de l'air ambiant, et qui donne des résultats certains, pourvu que les opérations soient toujours exécutées dans des conditions identiques, car le point de fusion de l'acide gras obtenu variera suivant la quantité et la qualité de la chaux employée, la durée de la saponification, la pression de la vapeur, le degré d'acidification de la décomposition, etc., etc.

Dans son beau travail sur les corps gras, M. Chevreul avait déjà pensé à rechercher quels étaient les points de fusion de mélanges en différentes proportions, faits à l'avance, d'acides gras concrets et d'acides gras liquides, afin de déterminer, par le seul point de fusion [1] d'un acide gras mélangé, la proportion exacte de matières liquides susceptibles d'en être extraites, et il était arrivé à dresser le tableau suivant :

*Points de solidification de divers mélanges d'acides gras* (Chevreul).

| MÉLANGE D'ACIDES GRAS. | | POINT DE SOLIDIFICATION. | MÉLANGE D'ACIDES GRAS. | | POINT DE SOLIDIFICATION. |
|---|---|---|---|---|---|
| LIQUIDE. | CONCRET. | | LIQUIDE. | CONCRET. | |
| 95 | 5 | + 7°. | 45 | 55 | 45°.7 |
| 90 | 10 | 17 . | 40 | 60 | 46 .7 |
| 85 | 15 | 26 .5 | 35 | 65 | 48 . |
| 80 | 20 | 31 .5 | 30 | 70 | 48 .5 |
| 75 | 25 | 35 .5 | 25 | 75 | 49 .5 |
| 70 | 30 | 37 .5 | 20 | 80 | 50 .2 |
| 65 | 35 | 39 .5 | 15 | 85 | 51 .8 |
| 60 | 40 | 41 . | 10 | 90 | 53 . |
| 55 | 45 | 42 .5 | 5 | 95 | 54 . |
| 50 | 50 | 44 . | 0 | 100 | 44 . |

M. Chevreul n'avait sans doute pris pour base que quelques mélanges, tels que 50 d'acides concrets et 50 d'acides liquides pour en déduire les autres par le calcul, ou avait agi sur des acides gras impurs; quels qu'en soient les motifs, la table qu'il a dressée est tout à fait inexacte, les points de fusion y augmentent ou y diminuent dans des proportions exactes et continues, tandis qu'au contraire entre + 44° et + 43° par exemple, il y aura 6 proportions différentes d'acides gras, tandis que pour un seul et même degré, entre + 43. 4 et + 42°, il n'y en aura que 4.

1. La température à laquelle un acide gras se solidifie est la même que celle à laquelle il devient liquide : point de fusion ou point de solidification sont donc deux termes synonymes.



Le tableau dressé par M. Chevreul ne pourrait donc servir pour déterminer la valeur en acides gras concrets d'une matière grasse donnée.

Nous nous sommes livré personnellement pendant plusieurs années à déterminer aussi exactement que possible les proportions d'acides gras solides et liquides, c'est-à-dire d'acides stéarique et margarique d'une part, et d'acide oléique de l'autre, correspondantes aux différentes températures de solidification d'un acide gras obtenu toujours dans les mêmes conditions, et nous avons établi le tableau suivant, résultat de longues et minutieuses expériences. Nous indiquons également la qualité de suifs ou de graisses correspondantes :

*Points de solidification de divers mélanges d'acides gras d'après* M. Droux.

| | TEMPÉRATURE DE SOLIDIFICATION. | MÉLANGE D'ACIDES GRAS. | | | TEMPÉRATURE DE SOLIDIFICATION. | MÉLANGE D'ACIDES GRAS. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ACIDES STÉARIQUE ET MARGARIQUE. | ACIDE OLÉIQUE. | | | ACIDE STÉARIQUE, MARGARIQUE. | ACIDE OLÉIQUE. |
| | 45°.5 | 55 | 45 | Suif de tripes. | 40°.6 | 41 | 50 |
| | 45 .2 | 54 | 46 | | 40 . | 40 | 60 |
| | 44 .8 | 53 | 47 | | 39 .7 | 39 | 61 |
| Acide gras | 44 .5 | 52 | 48 | Suif d'os.... | 39 .3 | 38 | 62 |
| Normal... | 44 .2 | 51 | 49 | | 39 . | 37 | 63 |
| Suif pur.. | 44 . | 50 | 50 | | 38 .7 | 36 | 64 |
| | 43 .8 | 49 | 51 | | 38 .4 | 35 | 65 |
| | 43 .6 | 48 | 52 | Graisse verte. | 35 .6 | 30 | 70 |
| | 43 .4 | 47 | 53 | | 32 .5 | 25 | 75 |
| | 43 .2 | 46 | 54 | | 29 . | 20 | 80 |
| | 43 . | 45 | 55 | | 25 . | 15 | 85 |
| | 42 .4 | 44 | 56 | | 20 . | 10 | 90 |
| | 41 .8 | 43 | 57 | | 12 . | 5 | 95 |
| | 41 .2 | 42 | 58 | | 5 . | 0 | 100 |

Le suif de bonne qualité, bien fondu et provenant d'animaux bien nourris, donnera par la saponification un acide gras, solidifiable à la température de + 44° à + 44°.5, lequel acide gras sera composé de 50 à 52 d'acides gras concrets (acide stéarique et acide margarique), et de 48 à 50 d'acide gras liquide (acide oléique), ce qui ne veut pas dire que 100 de suif donneront 51 d'acides gras concrets et 49 d'acides gras liquides, car ils n'en produiront réellement en total que de 92 à 93, composés dans les proportions de 49 à 51, soit environ 47.4 d'acides stéarique et margarique et 45,6 d'acide oléique.

On voit qu'à l'aide de ce tableau il sera toujours facile de déterminer la valeur certaine des matières grasses par le point de fusion des acides gras produits.

Mais, pour obtenir des résultats exacts, il faut que les réactions chimiques, saponification par un alcali, traitement par un acide, température et pression, s'accomplissent toujours dans les mêmes conditions, ce qui serait impossible sans le secours d'un appareil d'essai construit spécialement et que nous allons décrire.

Si l'on n'avait pour but que de déterminer les quantités exactes de

matières grasses contenues dans un suif ou dans un corps gras donné, on en prendrait un certain poids, 100 grammes par exemple, que l'on ferait fondre avec une lampe à alcool dans une capsule tarée d'avance. La fusion doit produire une matière liquide claire et transparente; si la graisse était trouble, on pourrait avoir la certitude qu'elle est impure ou mal préparée. Portée au-dessus de 100° pendant 7 à 8 minutes, toute l'eau qu'elle pouvait contenir sera évaporée; une simple pesée indiquera, par la différence entre le poids primitif et celui trouvé, la proportion d'eau contenue. Si l'on soupçonnait un mélange de substances étrangères, fécule, terre de pipe, résidus de fonte, etc., il faudrait également faire fondre dans une capsule un poids donné de matière grasse, y ajouter quelques grammes d'acide sulfurique et pousser à l'ébullition pendant 5 à 6 minutes. On ajouterait alors un poids connu d'acide stéarique afin de permettre une prompte solidification. Le culot enlevé représenterait, déduction faite de l'acide stéarique ajouté, la quantité exacte de matière grasse contenue dans l'échantillon, l'eau acidulée ayant séparé toutes les matières étrangères, solubles ou non.

Ces moyens d'expérimentation n'indiquent pas la nature de la matière grasse; il faut alors avoir recours à sa transformation en acides gras et au point de fusion.

Voici l'appareil que nous avons construit; il est en usage dans presque toutes les stéarineries et dans beaucoup de savonneries, car il permet d'obtenir par une seule opération la quantité réelle et la nature de la matière grasse. (Cet appareil a été breveté.)

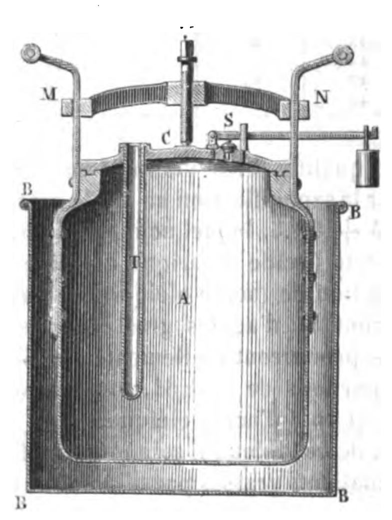



Fig. 30.

A est une chaudière en cuivre rouge d'une épaisseur assez forte pour résister à une pression de trois atmosphères.

B est une seconde chaudière en cuivre ou en fonte; elle est plus grande que la première, à laquelle elle sert d'enveloppe, et contient de l'huile ou du suif destiné à communiquer la chaleur à la chaudière A. Cette seconde

chaudière B est placée sur un foyer, la première A n'est donc chauffée qu'indirectement par le bain d'huile, elle ne peut recevoir qu'une température uniforme.

La chaudière A est fermée hermétiquement par un couvercle en bronze C maintenu en place à l'aide d'une vis de pression V et d'un levier MN mobile à travers les poignées.

Le couvercle C est muni d'une soupape S équilibrée à 2 atmosphères 1/2 et d'un tube plongeur T destiné à recevoir un thermomètre.

Voici comment l'on opère :

Le levier MN étant enlevé, ainsi que le couvercle C, on introduit dans la chaudière A un poids donné de matière grasse à essayer et une solution de sel marin destinée à produire un grand état de division de cette matière grasse.

La chaudière A est descendue dans la seconde chaudière B, placée sur un foyer; elle contient de l'huile. Dès que la matière grasse est en fusion, on y ajoute de la lessive de soude pour opérer la saponification. Nous avons préféré effectuer cette saponification par la soude, car la chaux est un alcali essentiellement variable et difficile à doser, tandis qu'une lessive de soude est aussi facile à fabriquer qu'à doser. Le tableau ci-dessous indique les quantités d'eau salée, de lessive et d'acide correspondant au poids de la matière grasse traitée :

*Tableau indiquant les proportions de réactifs à employer pour les essais de matières grasses par l'appareil de* M. DROUX[1].

| POIDS de la MATIÈRE GRASSE. 1 | Quantité d'eau salée à la densité de 5°. Température : + 15. 2 | Quantité de lessive de soude caustique. 15° densité à la température + 16. 3 | Quantité d'acide sulfurique. Proportion. 4 |
|---|---|---|---|
| 100 grammes. | 0 litre 05. | 200 grammes. | 20 grammes. |
| 200 id. | 0 10. | 400 id. | 40 id. |
| 500 id. | 0 25. | 1 litre. | 100 id. |
| 1 kilogramme. | 0 50. | 2 id. | 200 id. |
| 2 id. | 1 » | 4 id. | 400 id. |
| 3 id. | 1 50. | 6 id. | 600 id. |
| 4 id. | 2 » | 8 id. | 800 id. |
| 5 id. | 2 50. | 10 id. | 1 kilogramme. |

Dès que la lessive de soude a été mise en contact avec la matière grasse, on soutient pendant environ un quart d'heure la température entre + 60 et + 80°, en ayant soin d'agiter avec une spatule.

1. La matière grasse sera pesée telle qu'elle se trouvera, sans aucune déduction.

L'eau salée sera composée d'eau ordinaire et de sel marin (chlorure de sodium) de façon à ce que l'eau titre à l'aréomètre Baumé 5° à la température moyenne de + 15°.

La lessive caustique sera composée d'eau pure et de sel de soude du commerce, en proportion variable suivant la richesse de ce sel de soude. On le fera fondre dans l'eau à chaud ou à froid, de façon à produire une lessive titrant au moins 18° à l'aréomètre ; on ajoutera environ un demi-kilog. de chaux vive par litre de lessive, afin de décomposer le carbonate

Le mélange étant bien intime, on ferme la chaudière A et l'on élève la température jusqu'à environ + 110 à 115°, en la soutenant ainsi pendant environ une heure; un thermomètre placé dans le tube plongeur T sert à indiquer cette température.

Dès que la chaudière est un peu refroidie (+ 80 à + 90°) on enlève le couvercle après avoir pris soin de s'assurer, en soulevant la soupape S, qu'il n'y a plus de pression, et l'on ajoute la proportion d'acide sulfurique indiquée au tableau. Cet acide doit être au préalable mélangé avec une fois ou deux son poids d'eau.

On verse cette eau acidulée par petites parties, pour éviter une effervescence qui se produirait si l'on versait subitement l'acide, l'on agite pour faciliter la décomposition du savon. Peu à peu l'acide gras se dégage et vient surnager l'eau chargée de sulfate de soude.

Après quelques instants de repos, on enlève une portion d'acide gras que l'on met dans un verre à expérience pour en prendre le point de solidification (ou de fusion) à l'aide duquel en détermine la valeur en acides concrets.

La prise de ce point de solidification demande les précautions suivantes. Le thermomètre doit être suspendu par une ficelle afin que la boule plonge entièrement dans l'acide gras sans reposer au fond du verre. Il faut opérer à l'abri des courants d'air qui viendraient refroidir inégalement la surface du verre, et ce point de solidification doit être constaté au moment où le thermomètre reste stationnaire, c'est-à-dire lorsque les cristaux qui se sont d'abord formés autour du verre, puis autour de la tige du thermomètre, viennent à se réunir; il ne faut pas attendre que l'entier de la surface du verre soit entièrement congelé, ainsi que quelques expérimentateurs l'ont conseillé.

Les portions d'acide gras qui ont servi à constater le point de fusion sont réunies dans la chaudière afin de laisser l'ensemble se solidifier. Si l'on désire ne pas attendre au lendemain, on peut ajouter un poids connu d'acide stéarique, afin de hâter cette solidification. Quel que soit le moyen choisi, on enlève ce culot dont on vérifie le poids; dans le second cas on en déduit l'acide stéarique ajouté, et ce qui reste représente la quantité exacte d'acide gras contenu dans le suif essayé.

Un bon suif pur doit donner :

92 à 93 p. 100 d'acide gras titrant 44°.2.

Le suif de tripes donnera :

88 à 91 p. 100 d'acide gras, au titre de 40 à 41°.

de soude pour obtenir de la lessive caustique, puis on laissera déposer et refroidir à la température d'environ + 15°.

La liqueur, soutirée à clair, sera ramenée à la densité de 15° par l'adjonction d'un peu d'eau pure.

La lessive ainsi préparée devra être conservée à l'abri de l'air, et n'avoir pas, au moment de s'en servir, plus de 15 jours de fabrication. Passé ce délai, elle a absorbé l'acide carbonique de l'air et a besoin d'être de nouveau décarbonatée.

La quantité d'acide sulfurique 66° indiquée au tableau doit être mélangée de un ou deux fois son poids d'eau avant d'être mise en contact avec le savon.

Le suif d'os :

88 à 90 d'acides gras solidifiables, de 35 à 38°.

Et la graisse verte :

85 à 90 d'acide gras, au titre de 29 à 35°.

Les huiles de palme et de coco peuvent être soumises au même mode d'essai.

On a quelquefois falsifié l'huile de palme, on en a même composé entièrement avec un mélange de graines colorées en jaune.

Indépendamment des moyens ci-dessus indiqués, on exposera l'huile de palme soupçonnée à l'air et à la lumière solaire. L'huile de palme naturelle se décolore, tandis que celle qui est falsifiée reste jaune et tourne au rance.

LÉON DROUX,
Ingénieur civil.

---

# FOUR A BRIQUES DE M. HOFFMANN

## DE BERLIN.

PAR M. C. TRONQUOY.

---

Dans la plupart des fours employés à la cuisson des briques, de la chaux et du plâtre, une grande partie de la chaleur est perdue et cela par deux causes : d'abord, pendant la cuisson de la brique, l'air qui a servi à produire la combustion s'échappe à une température très-élevée, quelquefois au rouge blanc; ensuite, quand les briques ont été élevées au degré de chaleur nécessaire à leur cuisson, tout le calorique qu'elles contiennent se perd entièrement pendant qu'elles refroidissent.

M. Hoffmann a imaginé une disposition dans laquelle il a cherché et a réussi, d'après M. Thompson de Belfast, membre de la Société chimico-agricole d'Ulster, à éviter les inconvénients que nous venons de signaler.

Le four de M. Hoffmann consiste en une sorte de galerie voûtée circulaire, divisée en un certain nombre de compartiments égaux par des cloisons disposées en rayons, et dans lesquelles sont ménagées des ouvertures qui permettent de les faire communiquer toutes entre elles, ces ouvertures pouvant à volonté être fermées par des registres. Les figures 31 et 32 indiquent cette disposition. C'est dans ces compartiments que l'on empile comme à l'ordinaire les briques, la pierre à chaux ou le plâtre que l'on veut cuire. On les y introduit par des portes ménagées dans le mur extérieur ou par des ouvertures placées à la partie supérieure de la voûte, quand la construction est faite au-dessous du sol.

Les produits de la combustion sont entraînés dans des conduites de fumée qui vont de chaque compartiment dans un réservoir ou chambre à fumée R qui entoure la base de la cheminée placée au centre de la construction (fig. 31). La circulation dans ces conduites peut être interrompue quand on le désire, au moyen d'obturateurs en fonte, ayant la forme de

cloches, qu'on manœuvre de l'extérieur. Notons en passant que l'orifice des conduites de fumée dans les compartiments se trouve à peu près au niveau de la sole, et que les conduites sont à peu près accolées aux cloisons de séparation.

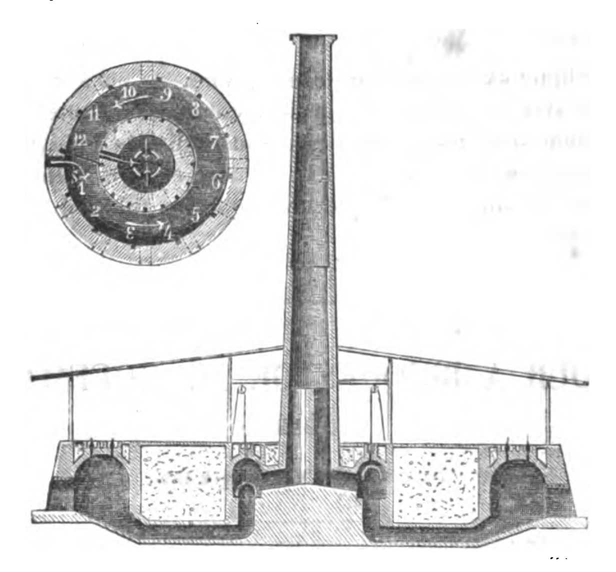



Fig. 31.

Le combustible est introduit dans chaque compartiment par des ouvertures construites en même temps que la voûte et tombe, en passant dans des conduits ménagés entre les objets à cuire, dans une sorte de chambre sur le sol du four et de laquelle rayonnent des carneaux communiquant avec ceux des compartiments voisins, de manière à obtenir les courants d'air nécessaires à la combustion.

Pratiquement on a trouvé qu'il convenait de diviser le four en douze compartiments, munis chacun, comme nous l'avons dit, d'une entrée, d'une conduite de fumée et séparé des deux compartiments voisins par une cloison avec registre mobile permettant d'établir la communication.

Supposons ces compartiments numérotés de 1 à 12, le n° 1 et le n° 12 n'étant séparés l'un de l'autre que par le registre. Le four est en marche, il contient des briques ou des tuiles.

Les portes extérieures des compartiments 1 et 2 sont ouvertes, celle du n° 1 dans le but de remplir de briques crues ce compartiment qui est vide, celle du n° 2 pour retirer de ce dernier les briques cuites. Les compartiments 3, 4, 5 et 6 sont pleins de marchandises cuites qui se refroidissent lentement au contact de l'air qui s'introduit par les portes 1 et 2 ouvertes. Cet air, en passant dans ces compartiments (de 3 à 6) qui sont de plus en plus chauds, s'échauffe lui-même, de sorte que les foyers des compartiments au-delà sont alimentés par de l'air à une température presque aussi élevée que celle du foyer lui-même et n'ont pas de chaleur à emprunter au combustible. Il résulte de ce fait une première économie.

Dans le compartiment n° 7 le foyer est en pleine activité, et quand son contenu a atteint la température voulue, le n° 8, par suite de la chaleur perdue, a lui-même une température telle que le combustible introduit par la partie supérieure de la voûte s'enflamme instantanément.

Les compartiments 9, 10, 11 et 12 sont chauffés ou séchés par la chaleur perdue des produits de la combustion qui se répandent dans ces compartiments, et à son arrivée dans le n° 12, grâce à l'obstruction produite par le registre qui sépare le n° 12 du n° 1, elle est entraînée dans la cheminée à une température si basse qu'elle est juste suffisante pour produire le tirage.

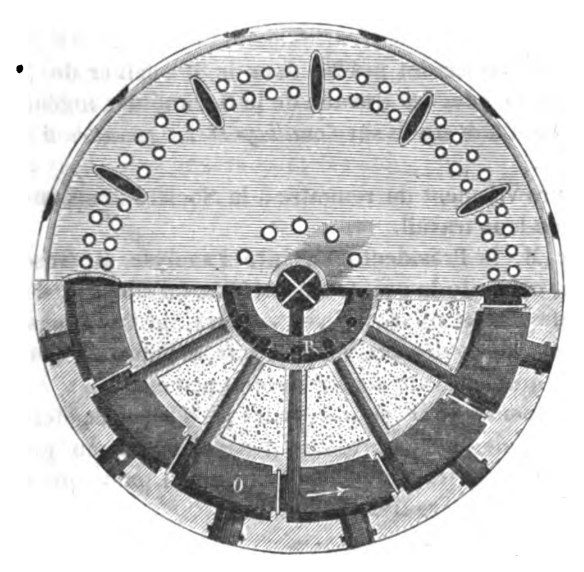


Fig. 32.

Il n'est pas besoin de dire que les registres 1-12 et 2-3 sont les seuls qui soient complétement fermés. D'ailleurs, toutes les portes extérieures, sauf celles des n° 1 et n° 2, sont bouchées avec des briques et de l'argile, seul le conduit de fumée n° 12 est ouvert.

Puis, alors que le compartiment n° 1 est rempli, le compartiment n° 2 est vidé, que les marchandises du n° 7 sont cuites, on lève le registre 12-1, on ouvre le registre 3-4, la porte extérieure n° 3, la conduite de fumée 1 en fermant la conduite n° 12, et l'opération continue en chauffant le compartiment n° 8, remplissant le n° 2, vidant le n° 3.

On utilise ainsi la chaleur contenue dans les briques cuites pour le chauffage de l'air nécessaire à la combustion, et la chaleur contenue dans les produits de la combustion pour le chauffage et le séchage des briques à cuire.

Il existe déjà, tant sur le continent qu'en Angleterre, soixante fours de ce modèle qui ont donné des résultats très-satisfaisants. Actuellement, M. Moore construit à sa briqueterie d'Hayfield Park, dans le voisinage de Belfast, un four de ce genre qui a 48$^{m}$76 de diamètre, divisé en vingt-quatre compartiments au lieu de 12, comme celui représenté sur le croquis ci-joint. C. T.

# ANALYSE

DE LA

# Note sur l'outillage et les procédés d'enrichissement des minerais de MM. Huet et Geyler.

PAR M. CHARLES GOSCHLER[1].

---

MM. Huet et Geyler ont publié dans le 1er cahier de 1865 des *Mémoires et Comptes rendus* des travaux de la Société des ingénieurs civils la première partie d'une étude sur *l'outillage et les procédés d'enrichissement des minerais.*

Ces Messieurs viennent de remettre à la Société la seconde et la troisième partie de leur travail.

Chargé par M. le Président d'en faire l'analyse, M. Goschler appelle l'attention sur cette étude qui, toute revêtue qu'elle soit d'un caractère très-spécial, de l'aveu même de ses auteurs, ne traite pas moins d'un problème économique des plus intéressants, si l'on veut bien envisager la question dans quelques-uns de ses développements.

M. Goschler pense qu'il est nécessaire de faire précéder sa démonstration de quelques considérations générales qui, au premier abord peut-être, paraîtront étrangères à cette question, mais qui s'y rattachent néanmoins d'une manière très-intime.

L'accroissement constant de la consommation des métaux de toutes classes, depuis le platine, l'or, l'argent, le cuivre, etc., etc., jusqu'au fer, est un fait économique bien connu de tous les membres de la Société, et qu'il suffit d'indiquer ici.

Grâce aux perfectionnements introduits dans l'art d'extraire les métaux, résultant de l'application intelligente des notions de la chimie ou de l'emploi des agents puissants dont dispose l'art des constructions mécaniques, la métallurgie reprend, depuis quelques années, le rang qu'elle avait perdu en abandonnant à la routine la direction des méthodes de transformation que la matière, livrée par la nature, doit subir pour passer de l'état brut à celui de métal ouvré, utilisable.

Mais si la métallurgie a surmonté les difficultés qui encombraient sa voie, l'art d'extraire les minerais et de les rendre propres à subir *avantageusement* les opérations de la fabrication des métaux, la *préparation mécanique des minerais*, cet art qui consiste à condenser, sous un volume

1. D'après le désir que nous en ont manifesté les auteurs, et dans la pensée d'être agréable à nos lecteurs, nous donnons ici cette analyse qui a déjà été publiée en partie dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils.*

réduit, la matière utile disséminée dans sa gangue, ou à séparer les uns des autres des minerais de diverses natures qui exigent des traitements métallurgiques différents; cet art est resté longtemps stationnaire, abandonné aux soins plus ou moins intelligents des ouvriers ou de contremaîtres routiniers, chargés par les propriétaires de tirer du produit de leurs mines le parti le moins désavantageux.

L'importance de cette question n'a certes pas échappé aux hommes de science, et l'étude de la préparation des minerais a souvent fixé leur attention. Il suffit, à l'appui de cette assertion, de citer les mémoires remarquables disséminés dans le *Journal* et les *Annales des mines* et les noms de leurs auteurs, MM. Héron de Villefosse, de Hennezel, Rivot, etc., etc.; mais jusqu'ici les travaux des ingénieurs avaient eu plutôt en vue la description d'un procédé particulier à la nature spéciale d'un minerai, la monographie d'une méthode locale, qu'une étude embrassant dans son ensemble les méthodes générales et les appareils applicables aux différents cas de la pratique.

Ce travail, aussi intéressant que difficile, est entrepris par MM. Huet et Geyler, qui, avec l'autorité que leur donne l'expérience des faits, l'étude raisonnée des méthodes, croient être en mesure de pouvoir dire aux industriels : étant donné tel minerai, quelle qu'en soit la composition, voici les appareils à employer et la marche à suivre pour en tirer le meilleur parti.

Tous ceux qui se sont trouvés en face d'un semblable problème reconnaîtront que la solution en est difficile. Ils savent encore que le problème se complique de considérations économiques très-diverses, la plupart du temps en état d'antagonisme; aussi reconnaîtront-ils que les auteurs envisagent sainement la question posée par eux en ces termes :

« La teneur qui fixe la limite de l'enrichissement est une variable im-
« possible à déterminer *a priori;* elle dépend, en effet, de la nature du
« minerai, de sa composition simple ou plus ou moins complexe, de la
« valeur du métal principal, et quelquefois aussi de la teneur en ar-
« gent ou or de l'un des éléments composants, du prix de la main
« d'œuvre, etc., etc., etc., et enfin de la distance de la laverie au lieu de
« fusion.

« Plus on enrichira, moins le métal à livrer à la fonderie qui doit l'éla-
« borer sera grevé du prix de ce transport, et plus les frais de réduction
« seront diminués; mais, par contre, la laverie à édifier devant être
« plus complète, elle nécessitera une mise de fonds plus importante, et la
« main-d'œuvre croîtra aussi bien que les déchets, la consommation d'eau
« et la puissance motrice.

« Comme on le voit, il y a donc à tenir compte d'une foule de considé-
« rations techniques et économiques, variables dans chaque centre de
« production et pour chaque gîte en particulier, que l'ingénieur doit
« connaître, afin de les comparer et de les combiner entre elles. Ici,
« il sera conduit à enrichir peu pour éviter la main-d'œuvre et les
« déchets, tandis que là il lui sera plus avantageux de concentrer beau-

« coup, afin d'isoler les matières stériles dont le transport eût été oné-
« reux. En un mot, disons qu'administrateur et ingénieur tout à la fois,
« il doit, usant de son discernement et de son expérience, après une mi-
« nutieuse comparaison de tous les éléments du problème, savoir déter-
« miner un degré d'enrichissement tel, qu'il donnera un minimum pour
« l'ensemble des dépenses, et un maximum pour celui des bénéfices. »

Pour bien fixer les idées, sur la question qui fait l'objet de cette communication, il est indispensable de se reporter, par la pensée, dans une mine métallique en exploitation.

A de très-rares exceptions près, les mines de ce genre ne se rencontrent pas à ciel ouvert. L'homme doit presque toujours fouiller le sol à des profondeurs souvent considérables, pour en arracher à grand'peine la matière utilisable.

Après avoir pénétré dans l'intérieur du gîte métallifère, soit par une galerie débouchant sur le flanc de la montagne qui recèle le minerai, soit par un puits muni d'échelles fixes ou mobiles, après un parcours plus ou moins long dans les galeries de roulage ou de ventilation, on parvient au chantier d'abatage. C'est généralement une excavation occupée par un ou plusieurs piqueurs armés, qui de la pioche, qui du pic, qui du fleuret à mine, détachant du filon ou de la masse le minerai cherché.

On se trouve généralement en présence d'un minerai qui n'est pas toujours réparti uniformément ou franchement isolé de la masse qui l'environne. Le *toit* et le *mur* du gîte sont souvent rapprochés à un point tel, que le mineur doit employer toute sa sagacité, toute son intelligence pour ne pas perdre la trace de la veine; la matière industriellement utilisable est, dans la plupart des cas, disséminée dans la roche qui lui sert de véhicule en rognons, en nodules, en grains, en poussière même à peine visible à l'œil peu exercé.

Effectuant une véritable chasse au minerai, le piqueur est donc obligé d'abattre tout ce qui se présente devant lui. Matière riche, pauvre ou stérile, tout vient s'amonceler sur le sol. A la lueur incertaine de sa lampe, le mineur opère là un premier triage, un premier classement séparant du produit de l'abatage la partie stérile qui s'utilise dans la mine même, pour remblayer les excavations résultant de l'extraction de la masse métallifère.

A la suite de ce premier triage, les matières mises à part, riches ou pauvres, sont brouettées ou wagonnées, et amenées au jour. C'est là qu'elles subissent les opérations d'*enrichissement*, qui consistent à diviser la matière en fragments de plus en plus petits, et à la ramener par une série de manipulations très-délicates à la teneur qui lui permet de subir avantageusement les opérations de la fonderie.

L'ensemble de ces opérations d'enrichissement constitue la préparation mécanique du minerai, art très-intéressant, mais aussi complexe qu'on peut l'imaginer, car il s'applique à la manipulation économique de masses très-considérables, de matières possédant une valeur intrinsèque

souvent très-minime et qu'il s'agit de ramener à un état industriel pratique.

La besogne sera désormais simplifiée, grâce aux travaux de MM. Huet et Geyler qui ont entrepris la description des types d'appareils applicables à la préparation mécanique des minerais.

Dans la première partie de leur étude, les auteurs, après avoir rappelé en quelques mots les errements de l'ancienne méthode, passent immédiatement à la description de la méthode nouvelle dans sa généralité. Puis, pénétrant dans le vif de la question, ils exposent les différentes phases que la matière métallique doit parcourir, les divers états qu'elle prend à travers toutes les manipulations qu'elle subit, se présentant sous les formes les plus diverses, sous les volumes les plus variés, en fragments de toutes dimensions qui prennent les noms de gros, grenailles, sables, schlammes ou boues, etc., et dont chaque classe exige un traitement spécial et complétement distinct.

Avant d'entrer à la préparation et même à la fonderie, la matière brute, au sortir de la mine, quel que soit d'ailleurs son état de pureté, doit être concassée en fragments plus ou moins volumineux. Ce cassage s'opérait autrefois par le marteau à main, plus tard, au moyen du bocard, et plus récemment à l'aide de cylindres horizontaux ou de cônes verticaux. A ces divers modes de concassage on vient d'adjoindre avantageusement, au point de vue du prix de revient et du travail obtenu, la machine américaine à mâchoires[1], introduite en Europe depuis peu de temps, et perfectionnée par MM. Huet et Geyler, qui en donnent une description et des dessins suffisamment détaillés pour étudier avec fruit le mode d'établissement et le fonctionnement de la machine[2].

On trouve ensuite, dans cette première partie, la description des cylindres broyeurs, celle des trommels séparateurs et classeurs, engins destinés à diviser la matière en fragments plus petits que ceux livrés par le concasseur, à les séparer en classes de grosseurs différentes dont chaque type est soumis à un criblage particulier.

Cette opération, le criblage, sollicite toute l'attention des praticiens. Ils trouveront dans l'étude de MM. Huet et Geyler la description d'un engin récemment introduit dans les ateliers, « *le crible continu*, qui, substitué au crible intermittent, permet de traiter rapidement et avec peu « de frais, disent les auteurs, de grandes masses d'un minerai pauvre, « en élevant convenablement sa teneur, pour pouvoir ensuite en achever « l'enrichissement sur les cribles ordinaires, » faisant, par rapport aux cribles *finisseurs*, l'office de *dégrossisseurs* ou *ébaucheurs*, comme la mâ-

1. Ce nouvel engin pourrait être utilement appliqué au cassage des pierres employées sur les chaussées en macadam.

2. Les auteurs signalent, comme ayant concouru à l'étude des perfectionnements dont ils sont les auteurs, *M. Ling*, ingénieur en chef des ateliers de Fives-lès-Lille, appartenant à *MM. Parent et Schaken-Caillet et Cie*.



choire américaine citée plus haut, par rapport aux anciens appareils de broyage.

La première partie de cette étude s'arrête au travail des *grenailles*, travail d'une exécution relativement peu compliquée.

Dans la seconde partie, MM. Huet et Geyler passent en revue les appareils propres au traitement des matières fines, sables et boues. C'est au sujet de ce traitement que l'ingénieur chargé de la préparation mécanique doit user de la plus grande circonspection et appeler à son aide les notions les plus complètes de l'art qu'il exerce. Il se trouve, en effet, aux prises avec une matière souvent très-riche, très-précieuse, mais aussi très-ténue, se laissant facilement entraîner au loin, disséminée dans une grande masse de corps étrangers, présentant des différences de densité presque inappréciables, en raison de la ténuité des matières.

MM. Huet et Geyler font parfaitement ressortir toutes ces difficultés; ils mettent l'ingénieur en garde contre les embarras qu'elles occasionnent, et, par suite, en mesure d'éviter ces pertes considérables réalisées par l'ancienne méthode avec ses engins insuffisants, mal conçus, ou irrationnellement appliqués.

Signalant l'importance des matières fines, au point de vue du rendement, les auteurs nous donnent successivement la description des appareils propres à leur traitement. Ils appellent d'abord l'attention du laveur de minerais sur les déchets qu'il est exposé à subir et sur les moyens propres à les éviter. Puis ils tracent la marche générale du traitement rationnel de ces matières, qui comprend les deux opérations suivantes : le *classement*, l'*enrichissement*.

*Classement*. — Cette opération n'a plus en vue, comme pour les grenailles, une classification par grosseur; ici la division s'opère uniquement par le poids des matières.

Aux labyrinthes employés primitivement à cet effet, on avait substitué, avec grand avantage, les caisses pointues (*spitzkasten*), de M. Rettinger, introduites d'abord à Schemnitz vers 1847 et au Harz en 1850.

A leur tour ces appareils ont été remplacés par les cônes classificateurs, appareils qui se prêtent à toutes les exigences du travail, et qui divisent la matière non point par volumes, mais par masses résultant de la combinaison du poids des grains et de leur surface. Ces appareils peuvent, en outre, servir au débourbage et à l'enrichissement du minerai, s'il est d'une composition simple.

On a cherché, comme dérivé des cônes classificateurs, à employer au même usage les caisses de classification. Les auteurs en donnent une description suffisamment développée. Ils ajoutent que ces caisses, d'une construction moins coûteuse que les cônes, consomment moins d'eau et donnent un plus fort rendement, mais en même temps fournissent un produit moins avantageux; dans certains cas, on leur accordera donc la préférence sur les cônes.

*Enrichissement.* — Classés comme cela a été dit plus haut, les minerais sont repris pour subir le travail de séparation des matières riches et pauvres. Ils passaient primitivement sur les *tables dormantes*, les *caissons allemands*, les *tables à secousses*, tous appareils *intermittents* dont le travail exige l'emploi d'ouvriers spéciaux astreints à en suivre constamment la marche.

On les a heureusement remplacés par des tables à travail continu de différentes formes dont MM. Huet et Geyler font parfaitement ressortir tous les avantages, en décrivant d'une manière claire et précise le but que ces appareils doivent remplir : tables tournantes, convexes et concaves, tables à secousses continues et sans fin, le mode de travail à y appliquer et les dispositions à suivre dans leur construction.

M. Goschler signale, entre autres perfectionnements introduits par MM. Huet et Geyler dans l'établissement de ces appareils, celui qui permet d'enrichir plus complétement le minerai sortant des tables tournantes concaves ordinaires, en ajoutant un tuyau laveur supplémentaire qui sépare encore des matières stériles du minerai sans exiger une nouvelle passe, et enfin le système général d'établissement de l'appareil, qui repose sur une seule plaque de fondation qui porte également la transmission de mouvement.

Au sujet du mode de transmission de mouvement appliqué à ces engins, M. Goschler fait remarquer que MM. Huet et Geyler emploient un système de vis sans fin et de roues d'engrenage d'une construction difficile, coûteuse, et qui, par l'usure des parties frottantes, peut amener des chocs dans le mouvement des tables, chocs nuisibles au bon fonctionnement du travail. Il pense que l'on pourrait substituer à ce mode de transmission par roues dentées celui des cônes de friction, mais MM. Huet et Geyler affirment que leur système de transmission appliqué depuis longtemps ne donne lieu à aucun choc, à aucune trépidation.

Comme étude très-intéressante de cette mécanique spéciale, M. Goschler appelle encore l'attention sur les modifications fort heureuses apportées aux tables à secousses par MM. Neurburg (suspension *en dessus*, avec colonnes en fonte remplaçant les bâtis en bois), Jose del Monastério, Huet et Geyler (suspension *en dessous*). Au lieu des engins encombrants et difficilement abordables que l'on rencontrait dans les anciennes laveries, on se trouve en présence d'une table légère, dégagée de tous côtés, soutenue par un appareil de suspension placé sous la table de travail et mise en mouvement par une transmission inférieure. Le tout repose sur une plaque de fondation unique qui permet d'en régler le montage avec la plus parfaite exactitude, et de rendre l'appareil complétement indépendant de l'édifice qui le renferme.

MM. Huet et Geyler étudient encore dans leur note les conditions à remplir par un bon appareil distributeur de la matière à laver. Un fait ressort de cette étude : c'est que l'on n'a pas encore trouvé l'engin répondant à ces conditions; mais le problème est trop bien posé par ces Messieurs pour que la solution se fasse encore longtemps attendre.

Ils terminent enfin la seconde partie de leur travail par la description

d'un élévateur dont la disposition fort heureuse leur appartient : cet appareil réunit tous les avantages des élévateurs à godets ordinaires sans en avoir les inconvénients, car il se charge seul d'une manière continue, sans grippement ni usure anormale des godets, et se décharge de même sans le secours d'un artifice mécanique quelconque.

Comme tout compte rendu doit *nécessairement* renfermer quelque critique, M. Goschler appelle l'attention sur l'emploi exclusif des métaux dans les nouveaux appareils destinés à la préparation mécanique.

L'application du fer et de la fonte permet en effet de donner à ces engins les formes les plus rationnelles, les dimensions les mieux appropriées au travail qu'ils doivent produire. Il ne faut pas perdre de vue néanmoins que cette substitution des métaux aux bois employés primitivement ne laisse pas d'être souvent très-coûteuse; elle est même impossible à réaliser pour un grand nombre de petites exploitations très-intéressantes, mais possédant des moyens financiers fort limités, situées dans des localités aux abords difficiles, exposées à de longs chômages par un abaissement de température périodique, en un mot, soumises à des conditions économiques peu favorables.

C'est pour ces modestes établissements que les perfectionnements sont très-désirables; c'est en leur nom que M. Goschler demande aux ingénieurs de diriger leurs nouvelles recherches, et de tenter, pour la démocratie des exploitations, ce qu'on a déjà si bien fait pour la grande industrie minière.

La troisième partie du travail de MM. Huet et Geyler se divise en deux sections principales qui traitent, l'une de la *discussion générale des appareils*, l'autre de leur classification et de leur *groupement*.

On retrouve dans la première de ces sections la plupart des appareils antérieurement passés en revue. Mais il ne s'agit plus ici de leur description sous le rapport de la construction. Envisagés uniquement au point de vue théorique, les types sont l'objet d'une étude spéciale destinée à faire ressortir les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Comme précédemment, les auteurs, passant légèrement sur le traitement des grenailles, abordent immédiatement la question délicate du *traitement des matières fines*. Sans s'arrêter devant l'impression de confusion, que l'esprit le plus judicieux doit éprouver au premier abord lorsqu'il se trouve en présence de l'immense variété de traitements appliqués dans les différents districts miniers, MM. Huet et Geyler cherchent à dégager de cette apparence de chaos les vrais principes qui constituent la solution du problème : *classement*, *enrichissement*.

Pour le CLASSEMENT, nous possédons : 1° le *labyrinthe*, disposition défectueuse et destinée à disparaître des laveries; 2° les *caisses pointues*; 3° enfin les *cônes* avec courant d'eau ascendant, appareils qui, jusqu'ici, donnent les meilleurs résultats.

Dans l'étude de l'ENRICHISSEMENT se présentent tout d'abord des consi-

dérations générales auxquelles les auteurs donnent le nom de *Théorie de la table dormante*, et qui constituent l'examen du perfectionnement de cet appareil, sorte de plateau encaissé et plus ou moins incliné, sur lequel les matières riches se dégagent, à l'aide d'un courant d'eau, des matières pauvres entraînées par le liquide.

Sur cette table, le travail de l'enrichissement peut s'opérer, soit par *accumulation*, soit par *dépôt superficiel*.

Cette distinction sert ici à séparer les dérivés de l'appareil mère en deux classes. Les auteurs rangent dans la première catégorie le *caisson allemand*, la *table à secousses*, le *round-buddle* concave et convexe, le *round-buddle* à cuvette mobile. Dans la seconde classe, ils font entrer la *table à toile sans fin* de Brunton, la *table sans fin à secousses* et les *tables tournantes*.

Cette classification très-ingénieuse, mais peut-être un peu subtile, tout en laissant encore subsister une certaine indécision dans le choix des appareils à employer pour un cas déterminé, permettra cependant à l'ingénieur de limiter le champ de ses recherches sur la marche générale qu'il pourra tenter d'appliquer.

Après avoir ainsi exposé leurs appréciations sur l'emploi plus ou moins judicieux des engins que l'art met à la disposition du laveur de minerais, MM. Huet et Geyler les complètent par un *tableau des appareils de lavage* rangés par familles et classés d'après le rôle qu'ils sont appelés à remplir. A l'aide de ce tableau synoptique, on peut suivre pas à pas la marche des diverses opérations que le minerai brut subit pour arriver à l'état marchand.

Il facilite également l'intelligence de la comparaison que les auteurs établissent plus loin entre les diverses méthodes de lavage et de groupement des engins : *Méthode anglaise*, caractérisée par de grands inconvénients, tels que dépense considérable de main-d'œuvre et difficultés d'enrichissement des minerais complexes d'une part, mais de l'autre recommandable par des avantages marqués, au point de vue de la très-faible dépense d'installation, de la grande simplicité de l'outillage et du travail, enfin par la facilité qu'elle offre d'opérer rapidement sur des masses considérables de minerai; *Méthode allemande perfectionnée*, qui, mettant à profit les avantages de la méthode anglaise pour traiter de grandes masses, se distingue par un outillage coûteux, il est vrai, mais parfaitement étudié, un classement raisonné, une grande sûreté de travail, question importante pour le traitement des minerais complexes ou des matières précieuses, enfin par une application intelligente des forces mécaniques substituées à la main-d'œuvre réduite ainsi à sa plus simple expression.

Comme résumé et pour remplir le programme qu'ils se sont imposé, les auteurs donnent, en guise d'exemple et d'application des principes exposés plus haut, la *description d'une usine complète* ayant à traiter 50 tonnes de minerai de plomb simple à l'état brut. M. Goschler se demande pourquoi MM. Huet et Geyler ont choisi comme exemple le cas d'un composé binaire? Cette description très-lucide et parfaitement intel-

ligible ne résume pastoutes les opérations qu'exige le lavage des matières métallurgiques en général.

Au lieu d'un minerai de plomb simple à traiter, il eût été préférable que le choix des auteurs portât sur un minerai plus complexe, exigeant par exemple le passage réitéré des grenailles aux broyeurs (cylindres, bocards, etc., etc.), tel, par exemple, qu'un mélange de galène, blende, sulfate de baryte et quartz, ou calamine, carbonate de plomb, dolomie et argile, etc., etc. L'exemple d'une préparation ainsi étudiée s'étendant au cas le plus général eût été plus instructif encore, car les hommes de l'art auraient pu y suivre toutes les opérations nécessitées par les diverses catégories de minerai et, selon les circonstances, éliminer de leur projet les manipulations inutiles dans l'espèce.

Enfin les auteurs auraient pu combler une lacune : absence de renseignements sur les poids et prix d'établissement des appareils de laveries. La question de dépenses d'installation joue toujours un grand rôle, et lorsqu'il se trouve en présence d'un projet à étudier, l'ingénieur est heureux d'avoir à sa disposition des documents précis qui lui permettent de rédiger son programme avec une certaine sécurité, une suffisante garantie d'exactitude. Mieux que personne, MM. Huet et Geyler sont en mesure de remplir ce *desideratum*. Il faut espérer que la prochaine édition de leur étude donnera complète satisfaction dans ce sens.

Sous réserve de ces observations, M. Goschler considère le travail de MM. Huet et Geyler comme l'un des plus intéressants parmi tous ceux qui ont traité de cette matière ; l'ingénieur et l'exploitant aux prises avec la préparation mécanique des minerais le consulteront certainement avec profit, car ce travail forme le cadre aussi complet que possible d'un *Traité de la préparation mécanique des minerais*[1].

1. L'édition dont parle M. Goschler, l'auteur consciencieux du *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer* (voir Bibliographie Lacroix, année 1865) est sous presse. Elle paraîtra à la Librairie des ingénieurs civils dans une quinzaine de jours sous forme d'un volume in-8, et sera accompagnée de quatre planches.

Ce volume est annoncé au prix de 5 francs.

# SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ D'AFFINAGE DE LA FONTE,

PAR M. J. NICKLÈS.

---

On a souvent conseillé l'emploi des chlorures alcalins pour affiner la fonte ; sachant que le chlore a une grande tendance à s'unir au soufre, au phosphore, à l'arsenic, au silicium et autres qui adhèrent avec tant de ténacité au fer; sachant d'un autre côté, que le sodium aussi est toujours disposé à fixer du soufre et du phosphore, on a, avec raison, entrevu dans l'emploi du sel marin (ou chlorure de sodium) la possibilité de débarrasser promptement le fer de ses parasites, et de l'affiner ainsi sans trop de frais.

Karsten[1] y a songé il y plus de quarante ans; Schafhaütl a fait, de son côté, des essais avec du sel marin et du peroxyde de manganèse ajoutés au lit de fusion. Dans le *Bulletin du Musée de l'industrie*, 1844, page 19, on propose dans ce but un mélange de peroxyde de manganèse et de sel ammoniac.

Adrien Chenot[2] emploie du sel marin, et M. Calvert[3] procède de même, tant pour affiner la fonte que pour désulfurer le coke.

Dans tous ces essais, on a obtenu des échantillons de fer très-convenablement affinés; malheureusement ces tentatives sont restées à l'état d'expérimentation; on ne pouvait organiser un roulement régulier, sans doute par la raison suivante :

Le sel ajouté au lit de fusion arrivait aux étalages, pêle-mêle avec le minerai, la castine et le combustible; là, en présence de la haute température venue de l'ouvrage, il entrait en fusion, se répandait sur le minerai, l'enduisait, le pénétrait et le mettait ainsi, fort malheureusement, à l'abri des gaz réducteurs. De là une irrégularité dans la marche du haut fourneau ; de là aussi des résultats incertains qui n'ont pas permis, jusqu'à ce jour, de pratiquer couramment ces intéressants procédés d'affinage.

Cependant l'idée n'a pas été abandonnée; reprise à un autre point de vue par M. Kerpely, elle vient de faire un pas vers une solution pratique. Dans le nouveau procédé, ce n'est pas au lit de fusion, où il n'a que faire, que le sel est ajouté; au contraire, on l'insuffle directement dans l'ouvrage, c'est-à-dire on le place immédiatement sur les points où seule son action

1. *Manuel de la métallurgie du fer*, trad. par Culmann, 1824, t. I, p. 185. « J'ai fait aussi des essais d'affinage en ajoutant à la loupe du sel marin, le fer n'a rien perdu de sa qualité. »

2. Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XXXV, p. 521.

3. *Ibid.*, (1852), p. 433.

est efficace. M. Kerpely a pour cela inventé une espèce de boîte, laquelle, placée sur le passage du vent, débite, par vingt-quatre heures, de 25 à 30 kilog. de chlorure pulvérisé.

Des essais tentés par lui dans un haut fourneau à Reschitza avec de la fonte grise au bois, ont donné des résultats très-satisfaisants. Ainsi, immédiatement avant la chloruration, la fonte obtenue contenait :

| | |
|---|---|
| Soufre | 0.137 |
| Silicium | 0.206 |
| Cuivre | 0.119 |

C'était de la fonte grise au bois; l'air insufflé était à la température ordinaire.

Après l'insufflation du sel marin, la fonte ne renfermait plus que :

| | |
|---|---|
| Soufre | 0.053 |
| Silicium | 0.078 |
| Cuivre | 0.0345 |

Avec de l'air chaud (280° R.) et 40 p. 100 de scories d'affinage ajoutées au lit de fusion, de la fonte blanche au bois donna :

| | Avant. | Après l'insufflation. |
|---|---|---|
| Soufre | 0.123 | 0.054 |
| Silicium | 0.235 | 0.094 |
| Cuivre | 0.079 | 0.000 |

En sorte que sous l'influence du sel introduit dans l'ouvrage avec le vent de la tuyère, il se volatilise

de 56 à 61 p. 100 de soufre,
60 à 61 — de silicium,
71 — de cuivre.

Suivant l'inventeur, ce procédé convient surtout au traitement des minerais de fer, riches en cuivre; on en a la preuve dans les résultats qui précèdent.

Il voit encore d'autres avantages à son emploi, notamment :

1° La possibilité d'employer la houille même pyriteuse et sans traitement ou épuration préalables, ni sans qu'il soit nécessaire de la transformer d'abord en coke;

2° Celle de pouvoir exploiter des minerais de fer même pyriteux lorsque les circonstances l'exigent;

3° Celle d'employer de la tourbe à la place de la houille. Réduit en briquettes et dûment comprimé, ce combustible ne gênerait plus par le soufre et le phosphore provenant des sulfates et des phosphates contenus dans ses cendres.

Enfin, le nouveau procédé offrirait le grand avantage de ne pas redouter la présence du cuivre dans le minerai.

Le cuivre et la pyrite ont, en effet, compromis plus d'un établissement

métallurgique par leur apparition subite dans la mine; ils ont fait aux anciennes et célèbres forges de Framont (Vosges) plus de mal que ne leur ont occasionné le défaut de communications, la substitution de la houille au bois et d'autres perfectionnements dans le traitement des minerais de fer, perfectionnements dont, en raison de leur isolement, elles n'ont pu profiter aussi bien que les établissements rivaux.

Par leur position topographique, les nombreux établissements métallurgiques de la Lorraine, et notamment ceux de la vallée de la Meurthe et de la Moselle, groupés autour de Metz et de Nancy, ont un intérêt direct au succès de ce procédé. Placés entre le bassin houiller de la Sarre, un inépuisable banc de sel gemme et les tourbières des Vosges; installés directement sur la mine de fer, entre de grandes voies de communication telles que les chemins de fer de l'Est, la Meurthe, la Moselle, le canal de la Marne au Rhin, ces établissements privilégiés auraient tout à gagner à la pratique du nouveau procédé s'il pouvait bientôt être rendu manufacturier.

Ajoutons que le sel ammoniac a été aussi expérimenté par M. Kerpely; il convient également, mais il donne d'autres résultats et ne saurait être employé dans tous les cas; on comprend qu'il n'agit que par son chlore, car l'ammoniaque se dégage ou se transforme. A cette occasion il se produit du chlorure de fer aux dépens de la fonte; l'auteur n'en est pas contrarié, attendu que le chlorure de fer ne saurait subsister dans l'ouvrage, en présence de l'hydrogène très-chaud et des gaz carburés qui s'y produisent. Le fer y devient donc du carbure de fer, et le chlore va porter son action plus loin.

Mais l'ammoniaque est perdue, ce qui rend l'emploi du sel ammoniac d'autant plus dispendieux, que ce chlorure est déjà par lui-même passablement cher.

Mais puisque le chlorure de fer se comporte dans la fournaise comme le font les chlorures que nous venons de citer, on ne voit réellement pas pourquoi on ne remplacerait pas le sel ammoniac par ce chlorure métallique que le commerce livre à bas prix, et dont le résidu solide, produit sous le vent de la tuyère et des matières incandescentes de l'ouvrage, rentre directement dans la fabrication, puisqu'il consiste essentiellement en fer carburé.

Nous soumettons cette observation à qui de droit, puisse-t-elle contribuer à hâter l'avénement du nouveau procédé, qui nous semble appelé à simplifier la question, si complexe encore, de l'affinage de la fonte.

J. NICKLÈS.

---

# COMMUNICATION

## DANS LES TRAINS DE CHEMINS DE FER.

Par une circulaire ministérielle du 29 novembre 1865, rappelant celle du 21 avril précédent, les Compagnies des chemins français ont été invitées à *prendre, dans un délai de quatre mois, les mesures nécessaires pour qu'une communication soit établie entre les garde-freins et les mécaniciens dans tous les trains de voyageurs et même dans tous les trains mixtes de leur réseau*... et même de *combiner un système de communication entre les voyageurs et les agents avec l'appareil destiné à établir cette même communication entre les garde-freins et le mécanicien*.

Le Ministre, dans cette circulaire, n'était que l'interprète d'un vœu général, résultant de l'émoi causé par des attentats qui avaient eu un douloureux retentissement, et par des accidents dont la gravité aurait été probablement moins grande si les voyageurs avaient pu communiquer avec les agents des Compagnies, et ceux-ci avec le mécanicien.

La question soulève bien des difficultés : la moindre est la dépense, puisqu'il est reconnu par tout le monde que rien ne peut coûter plus cher aux Compagnies, en dehors de considérations d'un ordre plus élevé, que les indemnités à payer pour les accidents, et que la véritable économie pour les chemins de fer serait d'adopter tout système qui fût susceptible de réduire la fréquence et la gravité des accidents.

Une difficulté plus grande est d'obtenir une entente générale entre toutes les Compagnies, pour qu'elles adoptent un même système qui permette de faire entrer, dans la composition des trains, des voitures de chacune d'elles, sans que pour cela la communication cesse d'exister. Remarquons que cette entente ne suffirait pas entre les diverses Compagnies françaises, puisque nous voyons à Paris des voitures de presque tous les chemins de fer allemands et belges, et que bientôt nous verrons des voitures venant de l'Italie, grâce au chemin de fer en construction à travers les Alpes.

Une autre difficulté est de réaliser un système qui ne soit pas sujet à des dérangements ou qui fût, en cas d'accident, susceptible d'être réparé immédiatement.

Outre ces difficultés d'organisation, n'est-il pas à craindre que le public, par méchanceté, malice, sottise ou pusillanimité, n'abuse de la facilité qu'il aura entre les mains de faire arrêter les trains, et que l'irrégularité de la marche qui résulterait de ces arrêts ne fût une cause d'accidents plus graves encore que ceux que l'on veut éviter. Bien que le Ministre se

réserve *d'arrêter, de concert avec les Compagnies, les mesures réglementaires que pourra nécessiter le fonctionnement du mécanisme mis à la disposition des voyageurs*[1].

Cette nécessité de réprimer l'abus que pourrait faire le public des appareils est généralement reconnue, et en Angleterre les promoteurs d'un bill présenté à la Chambre des communes et relatif à cette même question, ont proposé d'appliquer une amende qui pourrait s'élever à 5 livres sterlings, soit 125 fr. ou une peine de sept jours de prison à toute personne convaincue d'avoir fait mauvais usage des appareils.

En dehors de tout cela, en admettant que la dépense soit sans importance, qu'un même système soit adopté par *toutes* les Compagnies, que les appareils fonctionnent régulièrement et sans aucun dérangement, qu'enfin le public soit assez sage pour ne s'en servir que lorsque cela sera vraiment utile, est-il certain que les appareils, si parfaits qu'ils soient, empêchent tous les attentats contre les personnes et tous les accidents? Il n'y faut pas compter. Il semble résulter que les attentats, jusqu'à présent, ont toujours eu lieu contre des personnes faibles ou endormies, qui tout d'abord ont été mises dans l'impossibilité d'appeler ou d'agir, et qui par conséquent n'auraient pu faire marcher le mécanisme si simple qu'il soit, mis dans un compartiment.

D'autre part, supposons que le feu se déclare dans une voiture; un voyageur fait marcher l'appareil, et le conducteur du train n'a que deux alternatives, puisqu'il est matériellement impossible que le signal lui fasse savoir pourquoi on l'appelle: ou d'arrêter le train au risque d'être rattrapé par un autre train, ou d'aller voir, par un chemin quelconque, la cause du signal, si l'incendie n'a pas encore assez d'intensité pour qu'il se rende compte immédiatement de la situation; mais alors il est peut-être trop tard, ou, s'il n'est pas trop tard, il se passera un temps précieux avant qu'il puisse donner l'ordre d'arrêter.

Néanmoins nous ne voulons pas dire par là qu'il faille rejeter les communications dans les trains: n'éviteraient-elles qu'un seul accident, elles seraient utiles; nous voulons seulement faire voir que des signaux sont insuffisants pour obtenir le résultat demandé, et nous croyons que la solution serait dans un perfectionnement du matériel qui permettrait aux agents des Compagnies, et même au public dans une certaine limite, de circuler facilement et sans danger dans toute l'étendue des trains et d'établir ainsi une surveillance permanente.

Quoi qu'il en soit, les signaux sont un progrès que nous nous empressons d'enregistrer.

Depuis longtemps, partout où se trouvent des chemins de fer, les inventeurs n'ont pas manqué pour proposer des systèmes plus ou moins réalisables. Les uns sont purement mécaniques : ils consistent à faire mouvoir, par des tiges rigides, des cordes ou des chaînes allant d'une

1. Depuis quelques jours le chemin de fer du Nord, en mettant à la disposition du public des appareils du système Prud'homme, décrit plus loin, a donné avis que les personnes qui en feraient un mauvais usage seraient passibles des *peines de police*.

extrémité à l'autre de chaque train, des signaux placés près du mécanicien ou du garde-frein[1].

Tel est le système de M. Henson, où des tiges fixées à chaque wagon et reliées entre elles, à leurs extrémités, par un joint universel et un système de tubes télescopiques, forment une sorte d'arbre de couche dans toute la longueur du train; les voyageurs peuvent faire tourner, au moyen d'un levier dans chaque compartiment, cet arbre qui met en mouvement le marteau d'un timbre voisin du mécanicien. Un mécanisme dépendant du levier fait paraître à l'extérieur du wagon un indicateur complétant le signal.

M. J. Nugent remplace les tiges pleines par des tubes creux qui s'emboitent les uns dans les autres et qui, au moment de l'attelage des wagons, sont rendus solidaires au moyen de nervures et d'encoches dont ils sont munis.

M. Thomas Hunt, de Bilbao, a fait breveter, par l'intermédiaire de M. J.-Henry Johnson, un système dans lequel les tiges rigides sont remplacées par des chaînes ou des cordes. On trouve dans ce brevet des dispositions ingénieuses pour rendre indépendants les uns des autres les signaux qui seraient faits de divers compartiments.

M. Byerley, de Bristol, propose de ménager dans toutes les cloisons des ouvertures fermées habituellement par des sortes de châssis à coulisse s'abaissant, et par lesquelles les voyageurs et les agents de la Compagnie pourraient passer en cas de danger.

M. Defries s'est fait breveter pour un système analogue.

Mais ces deux dernières dispositions rentrent dans un autre ordre d'idées en dehors des communications par signaux, et nous ne nous arrêterons pas sur les détails de ces dispositions.

D'autres systèmes n'exigent aucun mécanisme proprement dit : par exemple, M. Horridge, de Cheltenham, installe *sur chaque voiture* un réservoir de gaz d'éclairage *comprimé,* qui communique avec un tuyau s'étendant sur toute la longueur du train et débouche au-dessus d'une lampe allumée. Veut-on faire un signal, on tourne un robinet : le gaz passe du réservoir dans le tube, s'enflamme, et le signal est donné; au besoin le jet de gaz brûle une corde qui maintient le marteau d'un timbre, qui se fait entendre; au robinet, comme toujours, est relié un signal latéral.

Citons encore la proposition qui a été faite d'établir des tubes acoustiques au moyen desquels les voyageurs pourraient appeler les agents de la Compagnie, et même leur expliquer le but de leur appel; la difficulté consiste dans la réunion des tubes de chaque wagon, et peut-être aussi dans le bruit que fait le train et qui empêcherait d'entendre.

Un moyen intermédiaire entre les deux derniers procédés serait d'établir, dans chaque compartiment, des sortes de soufflets communiquant avec un tube général muni d'un sifflet près des conducteurs.

1. Sur divers chemins français le conducteur du train peut, au moyen d'une corde, faire sonner un timbre placé sur le tender de la machine.



Dans la plupart de ces systèmes il y a des difficultés d'installation assez sérieuses, et les réparations exigent des ouvriers spéciaux; on a espéré atteindre le but plus sûrement en employant l'électricité.

Deux systèmes sont en présence : dans l'un, on fait usage d'un courant continu, et le signal est produit par l'interruption du courant.

Dans l'autre, le courant est discontinu, et c'est en établissant le courant qu'on produit le signal.

Nous n'avons pas pu nous procurer une description complète des applications du premier système, mais nous exposerons son principe.

Une pile électrique dont le pôle positif est en communication avec un fil qui s'étend sur toute la longueur du train, tandis que le pôle négatif communique par un second fil ou avec le sol tant par les barres d'attelage que par toutes les parties métalliques des ressorts d'attelage, chaînes, etc.; on a aussi employé un fil de retour. Sur le parcours du fil positif est intercalé un électro-aimant, qui maintient l'enclanchement d'une sonnerie mue par un mouvement d'horlogerie, placée près du conducteur du train ; on conçoit que si, au moyen de commutateurs convenablement disposés dans chaque compartiment, on vient à interrompre la continuité du fil, l'électro-aimant cessera d'agir, le déclanchement de la sonnerie aura lieu, et celle-ci se fera entendre appelant ainsi l'attention du conducteur. Le même phénomène se produira toutes les fois que le courant sera interrompu, par exemple, par la rupture du fil positif résultant du décrochage de wagons en marche.

Au lieu d'une sonnerie à mouvement d'horlogerie, on peut employer une sonnerie électrique commandée par une petite pile spéciale, pour laquelle le *contact* de la première pile servira à établir le courant ou à l'interrompre.

M. Achard, à qui cette année l'Académie des sciences a décerné le prix Monthyon de 2500 fr., dit des arts insalubres, pour un *frein à embrayage électrique*, a modifié cette disposition.

Son système a été expérimenté avec succès sur le chemin de fer de l'Est.

Sur l'un des essieux du fourgon dans lequel se tient le conducteur, il cale un petit excentrique sur lequel est appuyée, par une lame de ressort, une barre pouvant osciller autour d'un axe placé à l'une de ses extrémités. A l'autre extrémité de cette barre sont disposées deux tiges de tirage qui agissent l'une sur le timbre d'une sonnerie placée près du conducteur, et l'autre sur un second timbre placé à l'extérieur du fourgon et du côté de la machine.

On conçoit donc que, dès que le fourgon marche, les sonneries se font entendre, et à coups d'autant plus précipités que la rapidité de la marche est plus grande.

C'était là un inconvénient auquel on a remédié en supprimant l'action directe de la barre sur les tiges des sonneries, et en faisant agir l'extrémité de la barre par l'intermédiaire d'un encliquetage sur une roue à rochet qui porte latéralement des sortes de cames qui agissent sur un levier intermédiaire, levier sur lequel sont attachées les tiges des deux timbres.

Il y a ainsi ralentissement de la sonnerie parce que, à chaque tour de roue, la roue à rochet ne parcourt qu'une faible partie de la circonférence.

Sur la barre qui s'appuie sur l'excentrique sont fixées à articulation, et à peu près verticalement, deux autres barres plates en fer, parallèles, passant entre deux guides et formant les armatures d'un électro-aimant à quatre pôles placé entre elles; si on fait passer le courant dans cet électro-aimant, qui est assez puissant pour soutenir un poids de 100 kil., force supérieure à celle du ressort et du poids du système combinés, il en résultera que la barre n'appuiera plus sur l'excentrique, qu'il n'y aura plus de transmission de mouvement, et que la sonnerie cessera de se faire entendre.

Il en sera ainsi tant que le courant passera; pour sonner il suffit d'interrompre le courant.

Une pile quelconque peut servir. M. Achard emploie une pile à sulfate de cuivre. Il y a une pile dans le fourgon de tête et dans le fourgon de queue de chaque train ; les fils électriques sont disposés de manière que l'action des deux piles s'ajoute. Il est inutile de dire qu'il y a des fils dans chaque voiture, et que c'est en attelant qu'on établit la continuité du courant. La réunion des fils se fait au moyen d'un crochet que l'on engage dans une pince à ressort, et le serrage de la pince n'est pas assez énergique pour qu'on ne puisse défaire le crochet par un faible effort de traction. Faisons remarquer en passant qu'en cas de rupture de train, le courant électrique se trouve interrompu (sans que pour cela les fils se cassent), et que par suite le conducteur et le mécanicien sont avertis de l'accident.

Il suffit de placer dans chaque fourgon, dans chaque compartiment un simple interrupteur de courant, pour que des fourgons et de tous les compartiments, on communique avec le conducteur du train et le mécanicien.

Ce système permet d'employer des sonneries aussi puissantes qu'on le désire; mais il a l'inconvénient de nécessiter un courant électrique puissant, continu, et par suite une certaine dépense.

M. Prud'homme a trouvé une solution du problème dans l'emploi de courants électriques qui ne sont produits qu'au moment où il est nécessaire de faire un signal. Le système de M. Prud'homme est maintenant appliqué ou en essai sur tous les chemins de fer français [1]; il est également employé en Angleterre, où il a fait l'objet d'une patente prise par MM. Preece et Bedborough. Il semble de plus qu'une disposition appliquée sur la ligne de Londres à Douvres (Southern railway) par M. Walker, ingénieur chargé de la télégraphie électrique sur cette ligne, serait

1. L'appareil Prud'homme est installé au chemin de fer du Nord sur 1800 voitures, dont 12 avec signal extérieur pour les voyageurs et 30 bureaux postes ambulants, munis de commutateurs. Au chemin de Lyon sur 450 voitures. — Au chemin d'Orléans sur 24 voitures. — Au chemin de l'Est sur 15 voitures. — Au chemin de l'Ouest 12 voitures. — Au Midi 36 voitures, qui dans quelques jours auront reçu l'adjonction de l'appel mis à la disposition des voyageurs. — Aux chemins de la Haute-Italie sur 56 voitures. — Le train impérial des chemins russes est muni de l'appareil Prud'homme.



une imitation du système de M. Prud'homme; nous décrirons donc ici ce système avec quelques détails.

M. Prud'homme emploie autant de piles et de sonneries électriques qu'il veut faire entendre à la fois un même signal. Tous les pôles positifs de ces piles sont mis en communication avec le sol par l'intermédiaire de fils métalliques reliés aux barres d'attelage, ressorts, plaques de garde, etc. D'autre part, tous les pôles négatifs sont reliés entre eux par un fil (que nous appellerons fil négatif) dont l'isolement est complet et qui traverse les sonneries.

Dans l'état ordinaire, *les pôles positifs et les pôles négatifs n'étant pas en communication, il n'y a pas de courant* et par conséquent pas de sonnerie; mais si par un moyen quelconque on vient à établir la communication entre le fil négatif et le fil positif, c'est-à-dire la terre, le courant sera produit et toutes les sonneries se feront entendre. Tel est l'ensemble du système. Nous allons maintenant en décrire les diverses parties.

Chaque pile se compose de six éléments renfermés dans une boîte fermant à clef (fig. 33) et contenant également la sonnerie. Les éléments sont des éléments au sulfate de plomb ou de mercure. La dissolution est contenue dans des bocaux fermés par un bouchon à travers lequel passe le charbon et une baguette de zinc enveloppée de caoutchouc jusque un peu au-dessous du niveau du liquide; de plus des éponges empêchent le jaillissement du liquide contre les parois : on obtient ainsi des éléments énergiques et d'un transport facile.

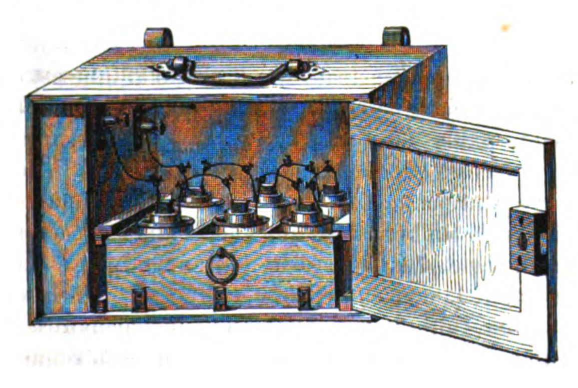


Fig. 33.

Le dessin (fig. 33) montre l'arrangement de la pile dans la boîte. On voit à gauche l'espace réservé à la sonnerie, dans cette boîte, et les boutons au moyen desquels on fait communiquer le fil négatif avec la sonnerie, pour venir passer ensuite dans l'un des crochets figurés derrière la boîte, et le fil positif dans l'autre crochet. Ces crochets sont disposés de manière à entrer dans des armatures solides servant à la fois à maintenir la boîte contre la paroi du fourgon et à établir la communication avec le circuit métallique qui passe dans toutes les voitures du train.

Quant à la sonnerie, c'est une sonnerie qui diffère peu des sonneries

électriques ordinaires; elle est représentée (fig. 34). L'électro-aimant est muni de deux armatures, qui sont attirées à la fois quand le courant passe dans le fil des bobines. L'une de ces armatures porte le marteau, la deuxième est opposée à la première. Elle est en forme d'équerre avec une tige horizontale, qui, lorsqu'il y a interruption de courant, empêche que le marteau vienne frapper le timbre, dans le mouvement de trépidation du train. Cette seconde armature est mobile dans un axe placé à l'angle de l'équerre, de sorte que la tige horizontale, quand le courant circule, s'écarte de nouveau et lui permet de frapper le timbre.

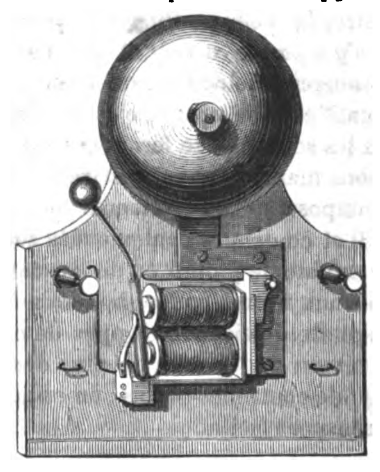


Fig. 34.

Dans l'état de repos du marteau, une voie métallique est donnée pour le passage du courant électrique, qui, après avoir circulé autour de l'électro-aimant, passe par l'armature, par la tige recourbée en S et par le bouton (placés à gauche de l'électro-aimant sur le dessin).

Dès que le courant passe, l'armature de l'électro-aimant est attirée et le marteau frappe le timbre; mais alors le contact de cette armature et de la tige en S cesse d'exister, et le courant ne passe plus; l'électro-aimant cesse d'agir, le marteau retombe sur la tige en S; le courant est alors rétabli; par suite, il y a attraction de l'armature de l'électro-aimant et coup sur le timbre, etc., etc. : en un mot, sonnerie continue tant que le courant électrique est établi.

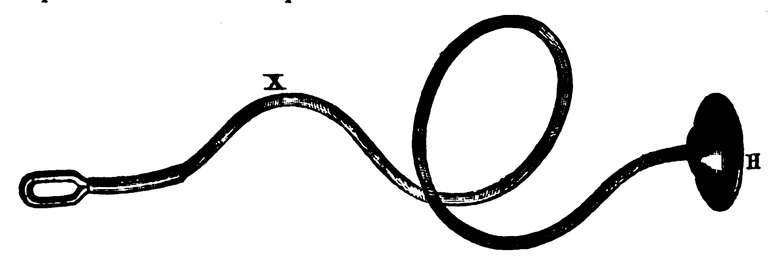



Fig. 35.

Pour rendre continu le fil négatif d'un bout d'un train à l'autre bout, M. Prud'homme emploie des cordes (fig. 35) formées de gros fil de cuivre

Modèle servant à la démonstration du système Prud'homme.

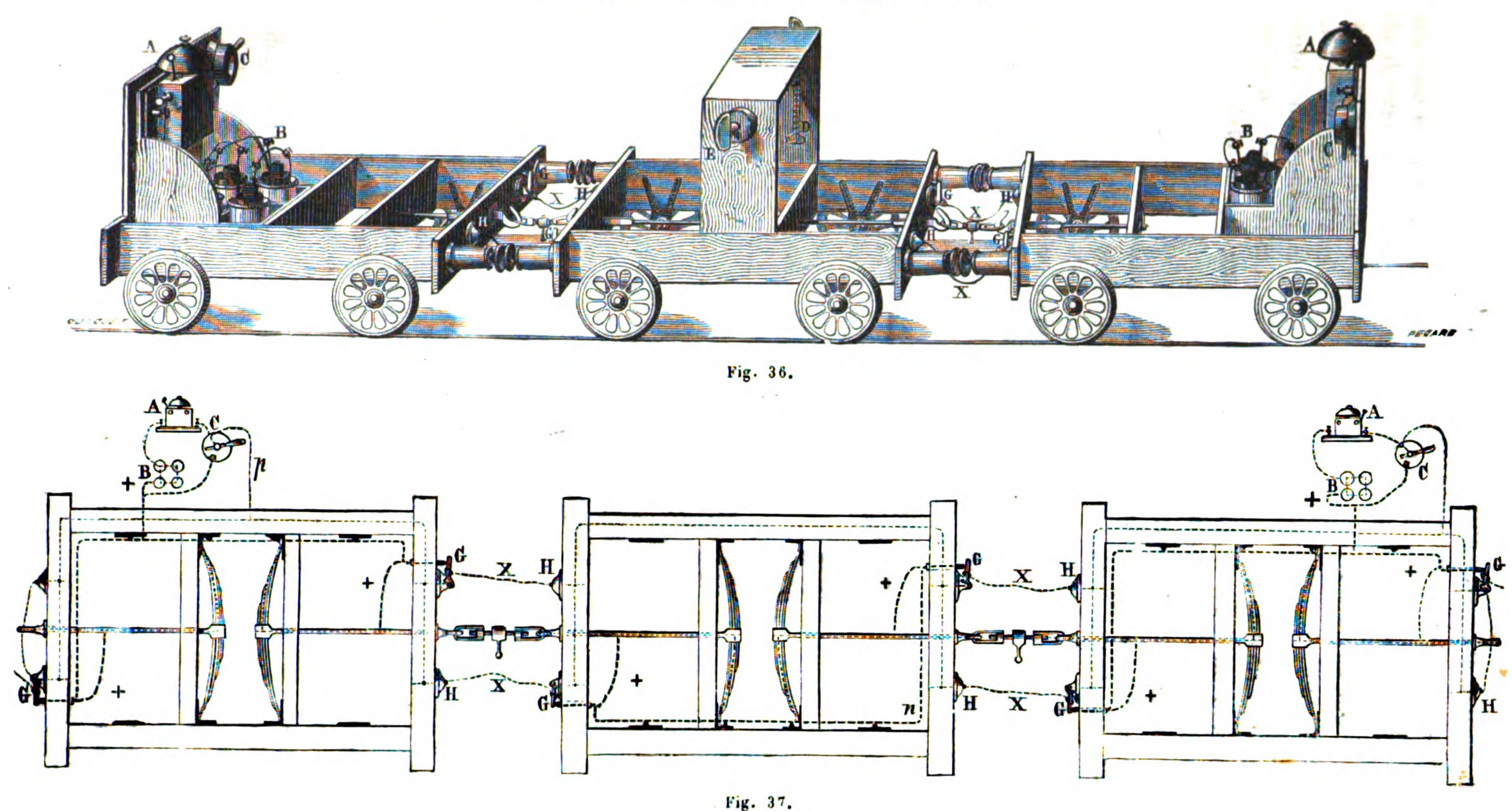



Fig. 36.

Fig. 37.

rouge contourné en spirale et recouvert de trois couches de coton tressées et goudronnées. Ces cordes portent à l'une de leurs extrémités un anneau métallique en contact immédiat avec le fil de cuivre formant l'intérieur de la corde, et, à l'autre extrémité, une sorte de plateau H qui sert à les fixer sur la traverse de la voiture, mais en ménageant un contact entre le fil de cuivre de la corde et le conducteur métallique négatif installé sur la voiture pour le passage du courant électrique. Chaque voiture porte deux cordes X faites ainsi et disposées symétriquement par rapport à la barre d'attelage (fig. 36 et 37) l'une à l'avant et l'autre à l'arrière.

Les voitures portent en outre deux crochets G disposés de manière à recevoir les anneaux des cordes de communication.

Chacun de ces crochets est donc placé du côté de la barre d'attelage opposé à celui qu'occupe chacun des plateaux H.

On conçoit donc que, de telle manière qu'on présente une voiture dans un train muni du système Prud'homme, il se trouvera une corde en face d'un crochet et réciproquement.

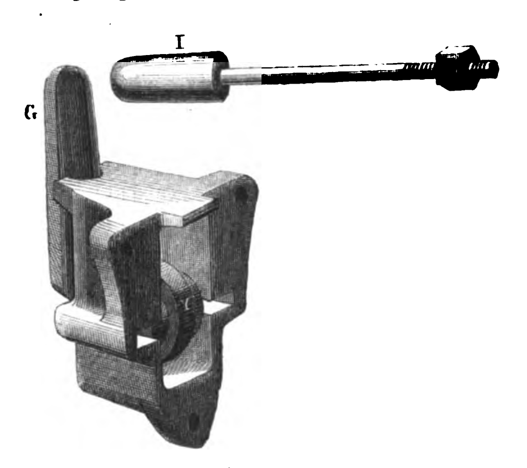



Fig. 38.

Ce crochet est représenté en perspective (fig. 38). Il se compose d'une tige G montée sur un barillet horizontal Y, dans lequel est un fort ressort qui sert à maintenir la tige G rapprochée de la monture en fonte qui sert à fixer le crochet sur la traverse. La partie supérieure de cette monture fait saillie, de manière à maintenir l'anneau de la corde X quand il est engagé dans le crochet.

Ce crochet est également en communication avec le conducteur métallique négatif.

Dans l'épaisseur de la traverse est fixée une sorte de boulon I, qui, lorsque l'anneau de la corde X n'est pas engagé dans la tige G, est en contact avec cette tige, mais qui s'en trouve à une certaine distance dès que l'anneau est engagé. Ce boulon est en communication métallique avec le fil positif et avec la terre.

Cette installation est complétée par des commutateurs (fig. 39) qui se

composent d'une plaque de bois sur laquelle est montée la platine d'une sorte de manette en fer M oscillant autour d'un axe.

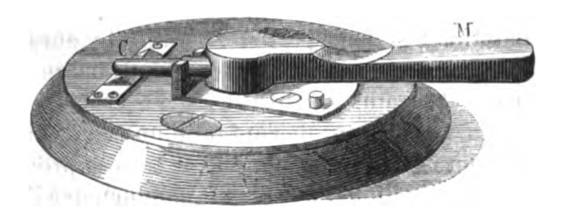



Fig. 39.

La tige de la manette se prolonge au delà de l'axe d'une certaine longueur, et ce prolongement vient, quand on fait mouvoir la manette d'un certain angle, frotter contre une lame de ressort; cette lame de ressort est en communication métallique avec les fils positifs, tandis que la platine de la manette est en communication avec le fil négatif. C'est ce dernier appareil qui sert à établir le courant électrique. Il y a un commutateur à la disposition de chacun des conducteurs, et même, si l'on veut, dans chaque compartiment. Nous indiquerons plus loin la disposition spéciale adoptée pour les commutateurs mis dans les compartiments de voyageurs.

Supposons qu'on forme un train : on met dans le fourgon de tête une pile B et la sonnerie annexe A. Si l'on n'a pas eu le soin de passer l'anneau de la corde X d'avant dans le crochet G d'avant, et l'anneau de la corde X d'arrière dans le crochet G d'arrière, il est évident que la sonnerie se fera entendre, puisque les crochets G (fig. 38) seront en contact avec les boulons I et que le circuit électrique sera fermé : c'est le moyen qu'on emploie pour vérifier si le système est en état sur le fourgon. A ce fourgon on accroche un nombre quelconque de voitures, puis on établit successivement la circulation électrique en passant les anneaux des cordes X dans les crochets qui sont en face. Il faut que la sonnerie se fasse entendre toutes les fois qu'une tige G des crochets est abandonnée à elle-même, c'est-à-dire toutes les fois qu'il doit y avoir communication entre le fil positif et le fil négatif. On place un second fourgon muni de sa pile et de sa sonnerie, puis d'autres wagons, et enfin le fourgon de queue également avec sa pile.

Supposons que l'on ait reconnu que tout marchait convenablement par des vérifications successives. Voici comment l'appareil fonctionnera : Un des conducteurs veut faire un signal aux deux autres, il agit sur la manette du commutateur placé à sa disposition, c'est-à-dire qu'il met en communication le fil positif avec le fil négatif. Aussitôt le courant se produit, puisque le circuit métallique du pôle positif au pôle négatif de chacune de piles est fermé, et toutes les sonneries marchent. Pour les arrêter, le conducteur n'a qu'à interrompre, au moyen du commutateur, le contact du fil positif et du fil négatif.

Une personne placée dans une voiture communiquera de la même manière avec tous les conducteurs.

En supposant que par une cause quelconque le train se sépare en deux parties, comme les ressorts des crochets d'attelage des cordes X sont calculés pour céder avant la rupture des cordes, les anneaux se dégageant au point de séparation des deux parties du train. il y aura courant entre les tiges G et les boulons I, et la sonnerie se fera encore entendre dans chacune des parties du train.

En cas d'incendie d'un wagon, de rupture d'un fil négatif, chaque partie du train à l'amont et à l'aval du point où se sera produit l'accident, sera encore en communication, l'une avec le conducteur à l'arrière, l'autre avec le conducteur à l'avant, et il serait encore possible aux voyageurs des autres wagons de se mettre en relation avec un agent de la Compagnie.

C'est ainsi que M. Prud'homme a résolu dans sa généralité le problème posé :

*Mettre en communication les agents entre eux; mettre en communication les voyageurs avec les agents; avertir les conducteurs de tête et de queue d'un train de la rupture de ce train, si elle vient à se produire.*

Un commutateur tel que celui que nous avons décrit ne serait pas d'un usage facile pour les voyageurs, et de plus il ne permettrait pas aux conducteurs de *voir* tout d'abord dans quel compartiment l'appel a eu lieu.

M. Prudhomme l'a remplacé par la disposition suivante : une tige métallique traverse de part en part chaque compartiment; cette tige porte à chacune de ses extrémités une palette d'un décimètre carré de surface environ découpée à jour et formant une sorte de petite poignée.

Cette tige porte en son milieu une petite bascule à laquelle est attachée une chaîne : dans la position normale la palette est horizontale et présente sa tranche, de sorte qu'elle est peu visible; lorsque l'on agit sur la bascule, la palette au contraire prend la position verticale, et, si elle est peinte en blanc ou en rouge, elle devient très-distincte.

On profite de ce mouvement de rotation pour établir, au moyen d'un commutateur analogue à celui que nous avons décrit déjà, le contact entre le fil positif et le fil négatif.

Le tout est arrangé de manière que, dans l'intérieur de la voiture, le voyageur n'ait à sa disposition que la chaîne de tirage, et ainsi il ne peut arrêter lui-même la sonnerie : c'est le conducteur qui, en agissant sur la palette pour la remettre horizontale, rompt le contact en venant s'informer de la cause de l'appel.

Enfin pour éviter que les voyageurs soient tentés d'appeler sans raison, l'anneau de la chaîne est placé derrière une vitre légère qu'il faut briser pour le saisir.

Nous n'avons décrit ici que les dispositions actuellement en usage du système de M. Prud'homme; mais avant d'arriver là, il a fait bien des essais, il a lutté contre bien des difficultés pratiques, et nous serions heureux que le succès vînt apporter une juste récompense à ses travaux.

CAMILLE TRONQUOY.

---



# DE LA DÉNATURATION DU SEL
## DESTINÉ AUX USAGES AGRICOLES.

Par **M. A. F. POURIAU**,
Docteur ès-sciences, Sous-Directeur et Professeur à l'École impériale d'agriculture de Grignon.

---

*Préliminaires.* — Le sel employé aux usages agricoles est dégrévé de la moitié des droits qui pèsent sur celui destiné à la consommation humaine; mais, pour que le cultivateur obtienne le bénéfice de ce dégrèvement, il faut qu'il satisfasse à certaines formalités ayant pour objet d'assurer la dénaturation de la substance.

Or, ces formalités, très-nombreuses et très-compliquées, ont été fréquemment la cause de réclamations de la part des cultivateurs, ceux-ci déclarant qu'en présence des conditions de dénaturation qui leur étaient imposées, ils préféraient renoncer à l'emploi du sel dégrévé.

L'administration supérieure, désireuse de satisfaire aux justes réclamations des cultivateurs, décida, sur la proposition du Comité consultatif des arts et manufactures, qu'il serait fait des essais de dénaturation du sel destiné aux usages agricoles, notamment à l'alimentation du bétail; et Son Exc. M. le ministre de l'agriculture résolut de confier ces expériences aux établissements d'enseignement agricole.

C'est en vertu de cette décision que nous avons été conduit à nous occuper de la question et à exécuter un grand nombre d'essais consignés dans un rapport que nous avons remis, le 15 avril dernier, à M. le directeur de l'École de Grignon.

Les documents qui vont suivre sont extraits de ce rapport, aujourd'hui sous les yeux de Son Exc. M. le ministre de l'agriculture.

### DES MIXTIONS PROPOSÉES ANTÉRIEUREMENT.

Au début de nos expériences, nous fûmes informé que les mixtions suivantes avaient été proposées au gouvernement ou adoptées dans des pays étrangers.

#### 1° *Sels destinés à l'amendement des terres.*

Sel pur et noir animal.

Sel et chaux, fumier, terreau ou matière fécale.

Sel et résidu de soude.

Sel provenant des résidus de salaisons additionné de l'une des substances indiquées plus haut.

Sel, huile animale, cendres, plâtre.

2° *Sels destinés au bétail.*

Sel en mélange avec du son ou des tourteaux.

— avec fourrages hachés ou racines réduites en cossettes ou en pulpes.

Sel en mélange avec l'oxyde de fer ou le charbon de bois.

En outre, le 4 mars 1866, *le Bélier*, journal d'agriculture publié à Nancy, annonçait qu'en Prusse les sels étaient dénaturés par l'addition à 100 kil. de sel marin de 1 kil. d'absinthe et de 250 grammes de peroxyde de fer.

Enfin, le mélange suivant a été proposé tout récemment à l'administration :

Pour 100 kil. de sel à dénaturer, goudron, 5 kil., peroxyde de fer, $2^k$,500, suie, $2^k$,500.

BUT A ATTEINDRE.

Les expériences de dénaturation, que nous avons entreprises à la demande de M. le directeur de l'École impériale d'agriculture de Grignon, ont porté seulement sur le sel destiné à l'alimentation du bétail, parce que la dénaturation de celui employé comme engrais ne saurait présenter aucune difficulté dans la pratique.

Le problème à résoudre consistait à trouver une ou plusieurs substances dont l'addition au sel marin constituât un mélange satisfaisant aux conditions suivantes :

1° *Être inoffensif pour le bétail et impropre à la révivification économique du sel primitif ;*

2° *Imposer aux cultivateurs une dépense aussi minime que possible;*

3° *Permettre à l'administration, une fois les mélanges opérés sous les yeux des employés de la régie, de laisser le cultivateur libre d'utiliser à sa guise le sel ainsi dénaturé.*

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, nous commencerons par discuter la valeur des mixtions indiquées plus haut.

EXAMEN DES MIXTIONS PROPOSÉES ANTÉRIEUREMENT.

I. *Tourteaux, son, fourrages hachés*, etc. — L'addition au sel pur du son, des tourteaux, des fourrages hachés, des racines réduites en cossettes ou en pulpes, peut certainement constituer des mélanges impropres à la révivification économique ou à la consommation humaine, mais à la condition d'employer ces matières étrangères dans des proportions considérables, comme l'indique la formule suivante, prise parmi beaucoup d'autres semblables consignées dans les instructions des employés des contributions.

Matières à ajouter à 100 kil. de sel destiné au bétail :

| | | |
|---|---|---|
| Eau | 100 | litres. |
| Tourteaux | 40 | kilog. |
| Son | 20 | — |
| Balles de blé | 400 | — |

On comprend que les cultivateurs mis en demeure d'effectuer de semblables mélanges, pour dénaturer 100 kil. de sel et obtenir un bénéfice de 5 fr., préfèrent renoncer à l'emploi du sel.

II. *Oxyde de fer, charbon de bois.* — L'addition de l'oxyde de fer ou du charbon de bois pulvérisé au sel marin ne saurait empêcher la révivification économique de ce dernier, parce que, ces substances étant insolubles, on peut toujours, en soumettant le mélange à une lessive méthodique, séparer le sel des matières inertes, le révivifier par évaporation et s'en servir ensuite pour les usages domestiques ou bien encore le livrer au commerce.

III. *Procédé prussien.* — Le procédé prussien, comme nous l'avons dit plus haut, consiste à mélanger à 100 kil. de sel 1 kil. d'absinthe et 250 grammes de peroxyde de fer.

La Société d'agriculture de Nancy, considérant ce mélange comme peu coûteux, facile et suffisant pour rendre impossible la révivification économique du sel primitif, a décidé récemment qu'elle en proposerait l'emploi à Son Exc. M. le ministre de l'agriculture.

Il convient donc d'examiner si le procédé en question possède réellement tous les avantages que nous venons d'énumérer.

*Prix de la dénaturation.* — La dépense occasionnée par ce procédé, pour la dénaturation de 100 kil. de sel, serait seulement, d'après le journal de Nancy, de 0 fr. 35 c., ainsi répartie :

1 kil. absinthe, 0 fr. 25 c.; 250 grammes peroxyde de fer, 0 fr. 10 c.; somme, 0 fr. 35 c.

Les expériences en grand que nous avons effectuées dans le but de juger de l'efficacité du procédé nous ont démontré que le bon marché de l'opération avait été singulièrement exagéré.

En effet, l'absinthe concassée ne coûte pas 0 fr. 25 c. le kil., mais 1 fr. 50 c. : tel est du moins le prix auquel cette matière nous a été cotée en gros par une des maisons de droguerie les plus importantes de Paris, la maison Ménier.

Quant à l'oxyde de fer, le seul qui ne coûte que 0 fr. 40 c. le kil. est *le rouge de Prusse :* admettons qu'il s'agisse de celui-là.

Dans ces conditions, les frais de dénaturation de 100 kil. de sel par le procédé prussien se calculent ainsi :

| | |
|---|---|
| 1 kil. absinthe concassée. . . . . . . . . | 1 fr. 50 c. |
| 0k,250 rouge de Prusse. . . . . . . . . . . | » 10 |
| Main-d'œuvre. . . . . . . . . . . . . . . . | » 10 |
| Total. . . . . . . . . . | 1 fr. 70 c. |

*Efficacité de la dénaturation.* — Parmi les divers moyens de révivification que nous pensions pouvoir appliquer au mélange, nous avons donné la préférence à celui qui nous paraissait le plus simple et le plus économique, le suivant :

Sur une masse de 50 kil. de sel en cristaux dénaturé par le procédé

prussien, on a prélevé 1 kil. que l'on a mis dans une terrine. On a versé sur le sel une dissolution saturée de sel ordinaire, on a brassé les matières solides dans ce liquide, et on a cherché à séparer par décantation le peroxyde de fer et la matière végétale. Le kilo de sel dénaturé et ainsi traité a fourni 930 grammes d'un beau sel blanc, à peine rosé, très-appétissant à l'œil et très-propre à être livré au commerce.

Cette expérience démontre donc que dans le cas d'un sel en cristaux, le procédé prussien est *insuffisant*, puisqu'il permet la révivification assez rapide et économique du sel primitif.

On comprend, en effet, que la dissolution saturée de sel puisse servir, pour ainsi dire indéfiniment, à la révivification de nouvelles quantités de sel dénaturé. Il suffit, en effet, pour atteindre ce but; de jeter sur un filtre la dissolution salée au fur et à mesure de la décantation : la plante et l'oxyde de fer restent sur le filtre, tandis que le liquide salé passe limpide. Il est seulement coloré en vert clair par l'huile essentielle d'absinthe que la plante abandonne pendant la lixiviation.

La révivification du sel dénaturé par le procédé prussien devient beaucoup plus difficile, quand on a affaire, non plus à du sel marin en cristaux, mais à du sel pulvérulent. Il faut alors un plus grand nombre de lavages et de décantations, la perte en sel est plus grande, parce que le plus fin est entraîné en même temps que l'oxyde de fer; mais cependant il nous a été possible, dans une opération de ce genre, de retirer 820 grammes de sel plus blanc que celui dénaturé, en opérant sur un 1 kil. du mélange. Ajoutons que le sel ainsi entraîné et resté sur le filtre avec l'absinthe et l'oxyde de fer peut être redissous dans l'eau chaude et servir à constituer les liqueurs saturées employées dans ce procédé de révivification.

IV. *Goudron, peroxyde de fer, suie.* — Le dernier mélange proposé à l'administration est, comme nous l'avons dit en commençant :

| | |
|---|---|
| Goudron. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 kil. |
| Peroxyde de fer. . . . . . . . . . . . . . . . | 2k,500 |
| Suie. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2k,500 |

ce qui revient à ajouter à 100 kil. de sel 10 kil. d'un mélange constitué par trois substances différentes.

Il résulte de nos expériences personnelles qu'un semblable mélange doit parfaitement dénaturer le sel et le rendre impropre à l'alimentation de l'homme; mais il est loin de satisfaire avantageusement à toutes les conditions du problème.

*Prix de revient.* — Le prix de revient de la dénaturation peut se calculer comme il suit :

| | | |
|---|---|---|
| 5 kil. de goudron à 0 fr. 10 c. le kilo. . . | 0 fr. | 50 c. |
| 2k,500 peroxyde de fer à 0 f. 40 c. le kilo. | 0 | 90 |
| 2k,500 suie à 0 fr. 06 le kilo. . . . . . . . | 0 | 15 |
| Main-d'œuvre. . . . . . . . . . . . . . | 0 | 15 |
| | 1 fr. | 70 c. |

Le prix de revient est donc aussi élevé que celui qui correspond au procédé prussien.

Ajoutons que le goudron est une matière incommode à manier, la suie, un engrais précieux en agriculture, pouvant être employée plus utilement qu'à la dénaturation du sel. De plus la suie n'étant pas un produit de vente courante, la nécessité de se procurer cette substance complique l'opération.

Enfin, cette proportion considérable de goudron et de suie peut constituer un mélange peu goûté des animaux, en raison de l'odeur empyreumatique trop prononcée qu'il possède : on trouvera la justification de cette opinion un peu plus loin.

En résumé, de tous les procédés de dénaturation parvenus à notre connaissance, le plus efficace et le plus simple est sans contredit le procédé prussien ; mais nous ne saurions le considérer comme entièrement satisfaisant, à cause de son prix d'abord, et ensuite de la révivification facile qu'il permet, surtout quand il s'agit de sels en cristaux.

Il y a en France, nous le savons, des pays où l'absinthe est cultivée en grand, et dans lesquels par conséquent le prix du kilogramme est assez bas ; mais, pour que la répartition soit uniforme dans le sel à dénaturer, il faut forcément que la plante soit concassée, ce qui élève immédiatement le prix de la substance.

Après avoir fait un examen consciencieux de ces différents procédés, il nous reste à indiquer la formule de dénaturation à laquelle nous avons été conduit après quatre mois d'expériences effectuées non pas au laboratoire seulement, mais sur l'aire même de la grange et en opérant sur des poids de sel de 50 et même 100 kilog.

*Formule de dénaturation proposée par l'auteur.*

Pour $100^k$ de sel à dénaturer :

| | Prix de revient. |
|---|---|
| 2 kilog. sulfate de fer (couperose verte). . . . . . . . . | $0^f$,32 |
| 1/2 litre pyrolignite de fer à 4° B. . . . . . . . . . . | 0 ,10 |
| 2 à 3 litres d'eau chaude pour dissoudre le sulfate. | |
| Main-d'œuvre . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,10 |
| | $0^f$,52 |

Nous allons essayer de démontrer que cette formule, tout en satisfaisant au but proposé, est infiniment préférable à toutes celles indiquées jusqu'ici.

*Modicité du prix de revient.* — La question d'économie n'est pas douteuse, $0^f$,52 de dépense par 100 kilog. de sel à dénaturer ; il est inutile d'insister sur ce point.

*Facilité de dénaturation.* — Les substances employées pour la dénaturation se trouvent chez tous les droguistes des plus petites villes et à des prix qui sont sensiblement les mêmes pour toute la France.

Pour opérer la dénaturation du sel, il suffit de faire, sur l'aire de l'étable, un bassin avec le sel lui-même, et de verser, au centre et sur les

parois, le mélange de pyrolignite et de sulfate de fer préalablement dissous dans l'eau chaude. On brasse bien à la pelle, on met en tas et on abandonne le sel à lui-même.

*Action sur l'économie animale des substances constituant le mélange proposé. Innocuité pour le bétail.*

Le sulfate de fer a été préconisé souvent comme un excellent préservatif pour le bétail de certaines affections, telles que la peripneumonie pour l'espèce bovine, la cachexie pour l'espèce ovine, etc.; ce sel, introduit dans notre mélange à la dose indiquée, ne pouvait donc être nuisible.

En effet, si l'on suppose que le sel dénaturé soit donné aux animaux, par jour et par tête, dans les proportions suivantes :

Moutons, 5 gr. Grands animaux, 30 gr.,

on trouve que les quantités correspondantes de sulfate de fer introduites journellement dans la ration sont inférieures à $0^{g},10$ pour les premiers et $0^{g},60$ pour les seconds. D'autre part, l'addition d'un 1/2 litre de pyrolignite de fer à 4° dans 100 kilog. de sel ne pouvait non plus exercer un effet fâcheux sur l'économie animale.

Si nous nous étions contenté de ces présomptions, la critique serait en droit de nous dire que la mixtion que nous proposons n'a pas reçu la sanction de l'expérience; mais nous sommes complétement à l'abri d'un semblable reproche.

Sur les indications de M. le directeur de Grignon, trois vaches ont été mises en expérience et soumises pendant plus d'un mois au régime de ce sel ainsi dénaturé.

Dès le premier jour, ces vaches ont parfaitement accepté le mélange, même lorsqu'on le leur présentait à la main; elles en sont restées friandes pendant toute la durée de l'expérience, leur état de santé a demeuré parfaitement satisfaisant, les propriétés du lait n'ont nullement été modifiées.

Les autres animaux de la ferme, bœufs, vaches, moutons, ont reçu et reçoivent encore le même mélange ajouté à leurs aliments ordinaires; les résultats observés sont aussi satisfaisants que ceux fournis par l'expérience particulière.

L'innocuité du mélange proposé est donc démontrée.

*Mélange impropre à la consommation par l'homme.* — L'addition du sulfate et du pyrolignite de fer au sel marin donne naissance à un mélange jouissant de propriétés organoleptiques telles, que l'homme ne se soucie plus de l'employer pour ses usages domestiques.

Le sel ainsi dénaturé est d'abord jaune verdâtre, puis ensuite d'un jaune brun de plus en plus foncé à mesure que le sulfate de protoxyde de fer se suroxyde davantage à l'air.

La saveur du mélange rappelle celle de l'encre, l'odeur celle de la suie.

*Impossibilité d'une révivification économique.* — La révivification écono-



mique du sel dénaturé est impossible, parce qu'elle nécessite forcément les trois opérations suivantes :

1° *Grillage du mélange* afin de décomposer les sels de fer ; il reste alors un mélange coloré en rouge par le peroxyde de fer qui a pris naissance ;

2° *Lixiviation et filtration.* L'eau chaude dissout le sel marin et le peroxyde de fer est retenu sur le filtre ;

3° *Évaporation de la lessive* afin d'obtenir du sel en poudre ou cristallisé.

On comprend que cette série d'opérations exigerait une dépense qui, ajoutée au prix de revient de la dénaturation, dépasserait bien vite le bénéfice du dégrèvement.

Afin d'être complétement fixé sur l'impossibilité de la révivification économique, nous avons soumis notre mélange aux expériences suivantes :

1re Expérience. — On a pris 500 gr. de sel dénaturé et on les a soumis à un lavage à l'eau froide, afin de s'assurer s'il serait possible, en sacrifiant une certaine proportion de sel marin, d'enlever au mélange la totalité du sulfate et du pyrolignite de fer.

L'expérience a démontré que pour enlever la totalité des sels ferreux, il fallait dissoudre le mélange tout entier, les dernières eaux de lavage donnant encore avec les réactifs habituels du fer (sulfhydrate d'ammoniaque et prussiate rouge) des colorations manifestes.

2e Expérience. — Le même poids de sel dénaturé a été mis sur un filtre et soumis à un lessivage méthodique, dans les conditions suivantes :

On a fait une dissolution saturée de sel marin renfermant 500 gr. de sel sous un volume d'un litre et demi.

On a partagé ce volume en trois parties égales et on a fait passer chaque demi-litre, trois fois successivement, sur les 500 gr. de sel dénaturé et placé sur un filtre.

Après le dernier lavage, on a constaté que le mélange renfermait encore du sulfate de fer, et qu'il avait conservé une teinte jaunâtre caractéristique.

D'autre part, la dissolution saturée de sel qui avait servi au lavage renfermant après l'opération le sulfate et le pyrolignite de fer enlevés au mélange, ne pouvait plus servir à de nouveaux lessivages. On avait donc perdu 500 gr. de sel pur pour essayer inutilement la révivification d'un même poids de sel dénaturé.

Appendice. — Quand on présente à des bœufs ou des vaches une poignée de sel dénaturé, suivant la formule indiquée, la grande majorité le mange avec avidité.

Cependant nous devons dire que quelques animaux, sans doute plus

délicats, commencent par flairer et détournent parfois la tête, l'odeur empyreumatique du pyrolignite ne leur convenant pas.

Mais, toutes les fois que ce même sel est ajouté aux aliments, tous les animaux, sans exception, le mangent sans difficulté.

Néanmoins, afin de prévenir l'objection que quelques cultivateurs pourraient faire à notre procédé de dénaturation, objection fondée sur la répugnance que l'odeur du pyrolignite peut inspirer à quelques rares animaux, lorsque le mélange leur est donné en nature, nous indiquerons une seconde formule dont la base est toujours le *sulfate de fer*, mais dans laquelle le pyrolignite est remplacé par le rouge de Prusse.

Pour 100$^k$ de sel à dénaturer :

| | |
|---|---|
| 2 kilog. sulfate de fer. . . . . . . . . . . . . | 0$^f$,32 |
| 0$^k$,250 rouge de Prusse . . . . . . . . . . . . | 0 ,10 |
| Main-d'œuvre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,10 |
| | 0$^f$,52 |

Avec cette formule, la révivification économique du sel dénaturé est encore impossible, la couleur et la composition du mélange s'opposent à son emploi pour les usages domestiques et nullement à la consommation par le bétail, le prix de la dénaturation reste le même.

L'observation qui nous a conduit à indiquer une seconde formule démontre, comme nous l'avions fait pressentir, que la dernière mixtion proposée à l'administration ne saurait en aucune façon satisfaire à la question, puisque, en outre des inconvénients que nous avons signalés précédemment, le sel ainsi dénaturé aurait encore celui de renfermer des poids notables de deux substances possédant une odeur empyreumatique très-prononcée : le goudron et la suie.

Conclusions finales. — Les mélanges qui nous paraissent remplir le mieux et le plus économiquement le but proposé, celui de la dénaturation du sel destiné à l'alimentation du bétail, sont les deux suivants :

Pour 100$^k$ de sel à dénaturer :

| I$^{re}$ formule. | II$^e$ formule. |
|---|---|
| 2 kil. sulfate de fer (couperose verte). | 2 kil. sulfate de fer. |
| 1/2 lit. pyrolignite de fer à 4° B. | 0$^k$,250 rouge de Prusse. |
| 3 lit. d'eau pour la dissolution du sel. | 3 lit. d'eau, etc. |

Dans les deux cas, le prix de la dénaturation est de 52 centimes.

Le procédé est également applicable à la dénaturation du sel destiné aux terres arables.

En terminant cet article, nous nous faisons un devoir de déclarer que M. Velter, répétiteur du cours des Sciences physiques à Grignon, nous a prêté le concours le plus actif et le plus intelligent pour tous nos essais effectués, pendant quatre mois consécutifs, sur plus d'une tonne de sel cristallisé ou en poudre, de diverses provenances.

A. POURIAU.



# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES

## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

Les dernières séances n'ont présenté qu'un intérêt médiocre au point de vue des sciences appliquées à l'art de l'ingénieur.

Nous signalerons cependant, pour ceux qu'intéressent les questions mathématiques, un Mémoire de M. Le Besgue, sur une congruence du deuxième degré à plusieurs inconnues, et un travail de M. Hermite sur l'équation du cinquième degré.

— MM. Becquerel père et fils continuent leurs études météorologiques. D'observations udométriques faites avec beaucoup de soin dans cinq localités du département du Loiret, dans un cercle d'environ vingt kilomètres de rayon, au milieu des bois, sous des arbres, à la lisière et dans des lieux non boisés, il résulte, en comparant ces observations à celles faites simultanément à Paris, qu'il est tombé dans l'espace de huit mois, un quart plus de pluie dans les lieux boisés que dans ceux qui ne le sont pas.

On a comparé ensuite les quantités d'eau tombées dans des bois, sous des chênes, avec celles recueillies hors du bois, afin de connaître la portion d'eau retenue par les branches, selon que celles-ci ont leurs feuilles ou les ont perdues. On a trouvé les résultats suivants : la portion retenue par les branches est d'autant plus grande que la pluie est moins forte, ce qui était facile à prévoir. Lorsque les branches sont encore pourvues de feuilles, cette portion est de 0,47 de la quantité d'eau tombée en dehors du bois, tandis qu'elle est moitié moindre environ quand les arbres ont perdu leurs feuilles.

Que devient donc, se demandent MM. Becquerel, l'eau retenue par les branches et les feuilles? Il est probable, ajoutent-ils, que la portion qui n'est pas vaporisée se rend lentement, par l'intermédiaire de ces dernières, du tronc et des racines dans le sol et le sous-sol, où elle sert à alimenter les réservoirs.

— M. Vavasseur a appelé l'attention de l'Académie sur un procédé de conservation de la viande de bœuf, employé dans la république de l'Urugay. Cette communication est intéressante au point de vue de l'alimentation publique : d'après l'auteur, la viande préparée se conserve au moins pendant deux ans, et elle pourrait être livrée à la consommation en France à 60 c. le kilogramme (qui représente, après dessalement, environ 1 kilog. 500) au port de débarquement, et à 75 c. à Paris.

— M. Dupuis présente à l'Académie le modèle d'un appareil qu'il désigne sous le nom de *pompe capillaire*. L'appareil se compose essentiellement d'une éponge enfermée dans un cylindre de caoutchouc et placée à une certaine hauteur au-dessus du liquide à élever. Deux tubes, munis de robinets, sont adaptés à la partie inférieure du cylindre : l'un de ces tubes vient plonger dans le puisard, l'autre sert de tube de déversement. Lorsqu'on presse l'éponge imprégnée de liquide, l'eau s'écoule par le tube de déversement, le robinet de l'autre tube étant fermé. On ferme ensuite ce robinet, on ouvre celui du tuyau d'aspiration, et l'élasticité du cylindre de caoutchouc, jointe à l'action capillaire, fait monter le liquide dans l'éponge. La manœuvre peut ainsi se continuer indéfiniment.

Cet appareil est très-ingénieux; mais l'auteur avoue qu'il ne se rend pas encore bien compte de l'utilité que pourrait présenter son application. — Nous partageons ses incertitudes.

— M. Voguet a adressé un mémoire contenant la description et la théorie d'une machine motrice à air atmosphérique. Ce mémoire a été renvoyé à l'examen d'une commission composée de MM. Regnault, Combes et Delaunay; mais aucun détail n'a été fourni sur la nature et la construction de cette machine. Il en a été de même pour un mémoire adressé par M. Gélusseau, ayant pour titre : *L'air comprimé dans la construction des ponts; études médico-physiologiques de l'application de l'air comprimé à la fondation des piles du pont de Mauves.*

— M. Moride a envoyé des détails sur une méthode qu'il emploie pour la fabrication de la soude. Il se borne à torréfier, ou plutôt à convertir en charbon à l'air libre, en tout temps et sur les lieux mêmes où elles ont été récoltées, les plantes marines fraîches ou sèches. Il se sert pour cela d'un appareil portatif particulier, une espèce de petit fourneau, qui produit un charbon qu'il lessive ensuite avec facilité et promptitude dans des appareils à déplacement.

En général, 100 parties de goëmon frais représentent 20 parties de goëmon sec, 5 parties de charbon et 3 parties de cendres.

Quant aux quantités d'iode et de brome, elles varient selon l'espèce des plantes employées; ainsi, ce sont les grandes laminaires qui contiennent le plus d'iode.

Le produit de la lixiviation, constituant des liqueurs d'une densité déjà élevée, est concentré dans des chaudières chauffées par la vapeur; M. Moride en retire les sulfates de potasse, les chlorures de sodium et de potassium; puis, après les avoir additionnées d'un hypochlorite ou d'acide hypoazotique, il les traite par la benzine dans un appareil spécial, disposé de telle sorte que le carbure d'hydrogène enlève l'iode aux liqueurs, le cède ensuite à de la soude ou de la potasse, et puisse, régénéré de la sorte, resservir indéfiniment.

Le mélange d'iodure et d'iodate alcalins est ensuite précipité par l'acide HCl, ou, mieux encore, par des liqueurs chlorées, résidus de la fabrication du brome; l'iode obtenu est alors desséché et amené à l'état de masses ayant l'aspect métallique. Le brome lui-même est enfin retiré des liqueurs privées d'iode par la benzine, soit en la traitant par l'acide sulfurique et le peroxyde de manganèse, et distillant, soit en l'éliminant directement, *à l'état liquide*, dans des liqueurs concentrées et rendues très-acides.

On peut encore, ajoute M. Moride, tirer un parti avantageux des charbons d'algues marines en les lessivant et évaporant les liqueurs jusqu'à siccité pour en obtenir des sels concrets naturels, qui constituent des sels alcalins iodés et bromés, jouissant d'une puissante action médicale.

Quant aux résidus charbonneux, ils sont pulvérisés, séchés, additionnés de phosphate de chaux, de sang, de chairs et d'autres matières animales, qu'ils désinfectent et conservent. Ils constituent ainsi d'excellents engrais.

Un fait digne de remarque, c'est que ces composés noirs, poreux, phosphatés, alcalins, fermentent facilement et deviennent de véritables nitrières artificielles, à la surface et à l'intérieur desquelles il est facile de recueillir de nombreux cristaux d'azotate de potasse, de chaux et d'ammoniaque.

— Parmi les ouvrages offerts à l'Académie, nous signalerons le *Guide pratique de botanique et traité de physiologie végétale appliquée à la culture des plantes*, par M. Léon Lerolle. M. le docteur Velpeau, en présentant à l'Académie le nouvel ouvrage de l'un de nos collaborateurs, en a fait un brillant éloge en faisant ressortir que ce traité est très-complet au point de vue scientifique, en même temps qu'il renferme des notions pratiques fort utiles pour les agriculteurs et les propriétaires.

— Mentionnons enfin, pour mémoire, une communication de M. Hervy, portant pour titre : SEUL *et* UNIQUE *moyen d'obvier* RADICALEMENT *aux accidents de chemin de fer, tiré des* NOTIONS LES PLUS ÉLÉMENTAIRES *de la mécanique*. Nos plus grands ingénieurs ne croient pas la chose aussi facile que veut bien le dire M. Hervy. A. J.

---



## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
### Compte rendu de ses Séances.

---

### SÉANCES DES 6 ET 15 AVRIL 1866.

Dans le mois qui vient de s'écouler, il a été fait à la Société des ingénieurs civils un certain nombre de communications très-intéressantes, mais qui n'ont pas encore été discutées.

La plus importante est, sans contredit, celle de l'analyse de l'ouvrage de M. Audiganne, intitulé : *Les Ouvriers d'à présent*[1].

« L'ouvrage de M. Audiganne est bien plutôt un ouvrage d'économie politique « qu'un ouvrage industriel. Il traite cependant de questions qui touchent de si près « à celles dont s'occupe habituellement la Société des ingénieurs civils, qu'il y a « intérêt réel à en donner l'analyse. »

C'est ainsi que s'exprime M. Henri Péligot au début de son exposé, et nos lecteurs comprendront que nous ne puissions le suivre, puisqu'il ne nous est pas permis de traiter les questions d'économie politique ; mais nous les renvoyons à l'ouvrage original qui doit trouver sa place dans la bibliothèque de tous ceux qui s'occupent d'industrie.

— On trouvera dans ce numéro le compte rendu, par M. Goschler, d'un mémoire de MM. Huet et Geyler sur la *Préparation mécanique des minerais.*

Nous croyons donc inutile de donner un résumé de l'étude remarquable de M. Goschler qui, sous réserve de quelques observations de détails, « considère le « travail de MM. Huet et Geyler comme l'un des plus intéressants parmi tous ceux « qui ont traité de cette matière; l'ingénieur et l'exploitant, aux prises avec la pré- « paration mécanique des minerais, le consulteront certainement avec fruit. »

— M. Jules Morandière a résumé lui-même son *Mémoire sur les chemins de fer en Angleterre*; ce mémoire n'a pas pour but de donner une étude d'ensemble des chemins anglais, mais de rappeler dans une série de paragraphes détachés, quelques particularités saillantes et l'état actuel des diverses branches techniques, sans faire de comparaison entre les systèmes suivis en France et en Angleterre, parce que les uns comme les autres sont parfaitement appropriés au pays et aux intérêts qu'ils ont à desservir.

Nous extrayons de cette analyse quelques faits remarquables relatifs aux chemins de fer anglais.

— Toute voie de fer est considérée comme une route, et chacun (moyennant redevance probablement, la note ne le dit pas) peut y passer avec son matériel.

— Il n'y a pas de limitation de la quantité de wagons dans les trains, du nombre de trains, de fixation de la place et du nombre des freins.

— Les Compagnies ne sont pas tenues d'assurer des places aux voyageurs aux stations intermédiaires.

— Les tarifs des places sont plus élevés en Angleterre qu'en France pour les voyageurs des 1re et 2e classes, il y a égalité pour la 3e classe.

— Les tarifs sont moins élevés pour les parcours à grande distance que pour les petits parcours.

— Les voyageurs de 3e classe sont admis dans un moins grand nombre de trains qu'en France.

— En ce qui concerne le *service des marchandises*, la célérité des transports est permise à cause de l'élévation des tarifs et de l'usage admis du camionnage fait par les Compagnies.

1. Paris, librairie des Ingénieurs civils, 15, quai Malaquais.



— Pour la construction des lignes à l'intérieur ou autour de Londres, qui sont destinées à former un ensemble de liaisons entre les gares à voyageurs et à marchandises, on a dû exécuter un grand nombre d'ouvrages d'art importants, des gares parmi lesquelles on peut signaler celle de Charing-Cross où il n'y a pas de plaques tournantes, et où de nombreux signaux commandent les principales aiguilles et voies.

— Sur le *Métropolitan*, les trains se succèdent à quelques minutes d'intervalles et ont le service d'un véritable omnibus.

— Le *signal* le plus répandu est le *sémaphore* placé au point même à protéger et souvent répété par un signal à distance. Les leviers des signaux et des aiguilles sont renfermés dans une cabane. Il y a un signal spécial pour chaque direction.

— Pour le chargement du combustible sur les tenders, on emploie une petite grue soulevant une benne d'assez grande capacité.

— Dans les *ateliers* la durée du travail est la même qu'en France; mais le salaire est plus élevé, de sorte que l'on a cherché partout à étendre les moyens mécaniques pour la manœuvre des pièces à travailler.

— Pour les ouvriers, après l'apprentissage de l'enfant, il y a l'apprentissage de l'ouvrier qui se prolonge pendant quatre ou cinq ans et qui est de rigueur.

—Pour les ingénieurs, il n'y a pas d'écoles spéciales, et tous les grands ateliers permettent à leurs ingénieurs de s'adjoindre des élèves (pupils).

— L'emploi du métal Bessemer a pris une grande extension. La Compagnie du Nord-Ouest à Crewe fabrique avec ce métal des rails et des essieux coudés.

— *Matériel roulant.* On ne construit plus que des véhicules à quatre roues. On fait beaucoup de voitures mixtes, la plus usitée est celle contenant deux compartiments de 1re et deux compartiments de 2e classe, pour 28 ou 32 personnes; ces voitures sont admises dans les trains express.

— Les voitures de 3e classe contiennent ordinairement 50 voyageurs.

— La distance des essieux varie de 3m,50 à 4 mètres, elle est quelquefois de 5 mètres.

— Les wagons à marchandises sont massifs, ils portent sept à neuf tonnes, rarement dix.

— Le graissage à l'huile est généralement adopté, mais on a conservé les anciennes boîtes à graisse.

— L'éclairage du wagon par le gaz tend à se répandre.

— Quelques Compagnies adoptent des freins s'appliquant à plusieurs voitures et analogues au frein du système Newal. Le chemin de ceinture, dit du Nord de Londres, a appliqué un frein à toutes ses voitures; et la commande se fait par la tension d'une chaîne régnant sur tout le train.

— *Machines locomotives.* Les machines à cylindres extérieurs sont pour le moment en plus grande quantité que celles à cylindres intérieurs, mais cette dernière disposition prédomine pour les machines à quatre roues couplées, elle est exclusive pour les machines à six roues couplées.

— L'emploi de plus de six roues couplées est inconnu.

— Le seul essai fait pour augmenter la puissance des machines à marchandises est l'addition au tender d'un mécanisme moteur. (Nous ne sommes pas certain de l'exactitude de cette dernière assertion.)

— Certaines Compagnies ont adopté l'usage des machines mixtes à roues de 2 mètres à 2m,14 de diamètre pour les trains de vitesse marchant à 60 kilomètres et plus à l'heure.

— La pression de la vapeur est au minimum de neuf atmosphères et va jusqu'à onze, avec les épaisseurs de tôle que l'on applique aux chaudières timbrées à sept et neuf atmosphères en France.

— On n'emploie que des charbons peu fumeux, et les grilles disposées pour les brûler ont, par suite, généralement donné des résultats satisfaisants.

La note de M. Morandière se termine par une indication sommaire du procédé employé à Newcastle pour le chargement des charbons dans les navires.

Les wagons qui amènent ces charbons descendent par leur propre poids sur des voies inclinées conduisant à l'estacade de chargement, où sont disposées des trémies dans lesquelles le charbon est versé, puis de là il est dirigé sur des navires par des couloirs en étage munis de trappes et ayant une inclinaison de 60° qui a été reconnue la plus convenable pour que le charbon glisse sans rouler, condition la meilleure pour faire aussi peu de menu que possible.

— M. Eugène Flachat a fait connaître à la Société des essais entrepris sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, pour régulariser et rendre pratique, d'une manière continue, l'emploi de la contre-vapeur à la descente des rampes.

Un tuyau est placé sur la chaudière (dans les expériences faites, on a pris l'un des tuyaux réchauffeurs), et va, en se bifurquant, s'implanter sur les deux branches du tuyau d'échappement le plus près possible des cylindres et des orifices d'échappement.

Lorsque le train s'engage sur une pente, aussitôt qu'il est arrivé à la vitesse qu'on veut entretenir, le mécanicien ouvre le robinet du tuyau additionnel, met le levier de changement de marche à un des crans de la marche en arrière et ouvre le régulateur.

Le tuyau d'échappement forme un réservoir de vapeur détendue qui en exclut l'air; une partie de cette vapeur s'échappe dans la cheminée, l'autre est aspirée dans les cylindres et refoulée dans la chaudière. Malgré la substitution de la vapeur à l'air, il y a une production considérable de chaleur correspondante au travail mécanique de la gravité, sauf les pertes par le refroidissement extérieur. On combat l'élévation de température en injectant dans les cylindres de la vapeur humide, et mieux encore en lançant, dans le tuyau abducteur de vapeur, un petit filet d'eau que le mécanicien règle avec un robinet.

Les résultats ont été des plus satisfaisants et tels, que sur des pentes fortes et continues, s'étendant d'une part sur 22 kilomètres, et d'autre part sur 98 kilomètres, dans des essais faits entre Avila et Madrid, on a pu se passer d'employer les freins.

M. Mayer fait observer qu'il a entendu dire qu'un brevet avait été pris, il y a environ un an, pour une disposition analogue.

Nous croyons utile de signaler cette observation à ceux de nos lecteurs qui seraient dans l'intention de faire des essais dans cette voie.

— Il ne nous reste plus maintenant à signaler que la savante communication faite par M. Pepin-Lehalleur *sur les progrès réalisés dans l'agriculture par l'application des sciences nouvelles.*

M. Pepin-Lehalleur rappelle que l'agriculture est une science d'application, qui, tout en assurant une rémunération aux forces productives : capital, travail, intelligence, a pour but de répondre aux besoins les plus essentiels de l'humanité : sa nourriture et ses vêtements.

L'importance n'en saurait être contestée, l'agriculture occupe les bras des 2/3 de la population en France et le capital de roulement employé est de 8 milliards, et le bénéfice net de 3 milliards.

M. Pepin-Lehalleur compare l'agriculteur à l'industriel qui travaille sur la nature morte, et peut diriger en quelque sorte ses opérations à sa volonté, tandis que l'agriculteur travaille à la fois sur la nature morte et sur la nature vivante, soit végétale soit animale. Il doit diriger ses spéculations en tenant compte de la nature du sol, du climat, de la main-d'œuvre, des conditions météorologiques, etc., etc., et toujours il doit avoir en vue d'améliorer le fonds.

Aussi le problème agricole est-il plus complexe que le problème industriel proprement dit, et celui-ci a-t-il dû précéder celui-là.

M. Pepin-Lehalleur rappelle que c'est par la partie foliacée que les plantes prennent dans l'air le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote qui constituent les 9/10es de leur poids, tandis que c'est par leur racine qu'elles absorbent les matières minérales, telles que chaux, phosphore, soufre, silice; mais ces matières doivent être amenées à un état tel que leur absorption puisse avoir lieu, c'est-à-dire qu'elles soient à l'état de sels solubles : de là l'utilité des labours et des jachères qui, en aérant le sol, transforment les sels insolubles en sels solubles absorbables.

Dans le règne végétal se forment les principes immédiats, tels que l'albumine et la caséine que le règne animal ne fait que s'assimiler pour créer les produits réclamés par les besoins alimentaires de l'homme.

Les plantes se divisent au point de vue agricole en plantes épuisantes et plantes améliorantes.

Les premières, le blé par exemple, sont exportées loin du lieu de production, et enlèvent au sol une partie de sa richesse; les secondes, au contraire, après avoir été chercher dans le sous-sol et dans l'air leur nourriture, sont consommées sur place et rendent en engrais à la surface plus qu'elles n'ont pris à cette surface. L'agriculteur ne doit pas perdre de vue qu'il doit cultiver alternativement des plantes épuisantes et des plantes améliorantes, mais de telle sorte qu'à la fin de chaque rotation la fertilité du fond soit augmentée.

M. Pepin-Lehalleur signale comme plantes améliorantes le trèfle et la luzerne, et surtout la betterave. Cette dernière donne plus de produits, soit de l'alcool, soit du sucre qui sont exportés, mais qui ne contiennent que les éléments puisés dans l'air, tandis que les sels minéraux sont rendus au sol. Mais elle exige plus de dépenses à cause des façons qui toutefois améliorent le sol en l'ameublissant.

Il rappelle que la nourriture doit être appropriée à chaque espèce animale, de façon à obtenir soit plus de travail, soit plus de viande.

Enfin il indique comment on a cherché à perfectionner les charrues, les herses, les rouleaux; comment on a modifié la forme des versoirs pour obtenir un minimum d'effort de traction; comment les semoirs ont permis d'économiser de la graine pour les ensemencements, tout en permettant ultérieurement des sarclages presque mécaniques.

Les faucheuses et les moissonneuses accélèrent et rendent moins pénible le travail de la moisson. Les machines à battre ont rendu à l'agriculteur la disponibilité de ses récoltes au point de vue commercial.

Enfin, l'introduction de l'emploi des machines locomobiles dans les fermes est un progrès, mais dont l'économie est subordonnée au nombre de journées où elles peuvent être employées.

En terminant, M. Pepin-Lehalleur expose les résultats qu'il a obtenus dans sa ferme de Coutançon, où l'intérêt du capital total engagé s'est élevé en moyenne à 6,75 p. 100.

Il insiste sur la nécessité d'avoir une bonne comptabilité qu'il considère comme l'instrument le plus utile de toute exploitation agricole.

---

## INSTITUT DES INGÉNIEURS HOLLANDAIS.

**Emploi de l'huile de créosote contre le taret. — Préférence à accorder aux bois créosotés pour la construction des poteaux télégraphiques. — Tuyaux en asphalte pour les lignes télégraphiques souterraines.**

Les *Annales du Génie civil* ont publié [1] un travail fort intéressant, traduit du

1. 3e année, page 741.



hollandais, sur un mollusque acéphale connu sous le nom de *taret*, et qui exerce des ravages considérables en détruisant les travaux maritimes.

Ce travail mentionnait, parmi les moyens employés pour préserver les bois, l'introduction de la créosote faite à l'aide d'une machine à vapeur; mais, à cette époque, l'expérience semblait ne pas avoir donné des résultats positifs.

L'Institut des ingénieurs hollandais s'est occupé de cette question dans une de ses dernières séances. L'inspecteur du Waterstaat, M. Conrad, a communiqué à l'assemblée des rapports établissant que des pièces de bois créosotées, qui ont été placées, en novembre 1864, dans le port de Nieuwediep et à Flessingue, où le taret s'attaque à toutes les constructions en bois, n'offrent aujourd'hui aucune trace de la présence de ce mollusque destructeur. A Neuzen, on a fait des expériences comparatives en fichant simultanément dans le bassin des poteaux de bois créosotés et d'autres poteaux en chêne n'ayant subi aucune préparation. Ces poteaux viennent d'être retirés : dans le bois non préparé, on a trouvé des tarets en très-grand nombre, et qui s'y étaient avancés jusqu'à la profondeur de cinq centimètres, tandis que la loupe même n'a pas permis de découvrir un seul taret dans les poteaux créosotés.

M. Conrad a ajouté le résultat d'expériences comparatives qui lui sont personnelles, et qui se rapportent à des bois immergés en avril 1861 : après cinq années, les bois imprégnés de créosote ne sont pas attaqués, tandis que ceux qui avaient été vernis avec du coaltar chaud sont complétement détruits par le taret.

En résumé, l'huile de créosote n'est peut-être pas un spécifique infaillible contre le taret; mais on peut affirmer qu'elle prolonge la durée des constructions navales pendant un certain nombre d'années, et l'action de cette huile sera d'autant plus énergique que l'huile employée contiendra une plus grande proportion de créosote. Cette observation a de l'importance, parce qu'il se vend beaucoup d'huiles de créosote falsifiées.

— M. Mirandolle a communiqué une note relative à des expériences comparatives sur les forces de résistance de bois imprégnés de sulfate de cuivre et d'autres bois imprégnés de créosote. De ces expériences il résulte que la flexion est très-légèrement plus forte pour le bois créosoté, mais que ce dernier l'emporte de beaucoup sous le rapport de la résistance à la rupture. Cet ingénieur insiste donc pour qu'on emploie de préférence le bois créosoté pour la construction des poteaux télégraphiques.

— M. van Kerkwyk signale des essais qui ont été faits pour remplacer par des tuyaux en asphalte les tuyaux en fer employés en Hollande pour la conservation des fils télégraphiques souterrains. Ces essais ont eu lieu à Amsterdam, sur une longueur de 1,400 mètres, et paraissent avoir donné d'assez bons résultats pour qu'on ait résolu d'appliquer le même système à diverses lignes nouvelles.

Les avantages attribués aux tuyaux en asphalte sont les suivants:

Leur impénétrabilité, qui serait plus grande que celle d'autres tuyaux.

Ils sont moins conducteurs de la chaleur, ce qui empêche les variations de l'atmosphère d'exercer aucune influence sur la longueur des tuyaux.

Ces tuyaux ne s'oxydent pas et doivent ainsi être préférés aux tuyaux métalliques. Les acides et les sels n'ont pas d'action sur l'asphalte, qui est mauvais conducteur de l'électricité. — Le ressort de l'asphalte permet aux tuyaux de supporter des chocs qui détériorent la plupart des autres conduits employés.

La force d'expansion de l'asphalte dépassant celle de la glace, on ne doit pas craindre l'effet des gelées. Les tuyaux en asphalte ne pèsent que le *cinquième* des tuyaux en fer, ce qui a pour résultat de diminuer les frais de transport et les dépenses de main-d'œuvre pour les placer.

Enfin, ces tuyaux sont à meilleur marché que les autres tuyaux métalliques.

A. JEUNESSE.



# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

## des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

### Machine à scier le bois de WORSSAM.

L'invention de M. Worssam consiste en une nouvelle disposition adoptée pour faire mouvoir la pièce de bois sur le banc qui porte la scie.

Le premier perfectionnement réside dans l'emploi de rouleaux *a*, *a*, montés librement sur leurs axes *b*. Ceux-ci portent des broches *b*, ou toute autre disposition pour forcer les rouleaux à tourner avec leurs axes, tout en leur permettant de se déplacer le long de ces mêmes axes suivant le besoin et selon les dimensions de la pièce de bois sur laquelle on opère. Un des axes *b* de ces rouleaux est monté sur des supports mobiles *c*, ce qui permet de lui faire faire l'angle dont on a

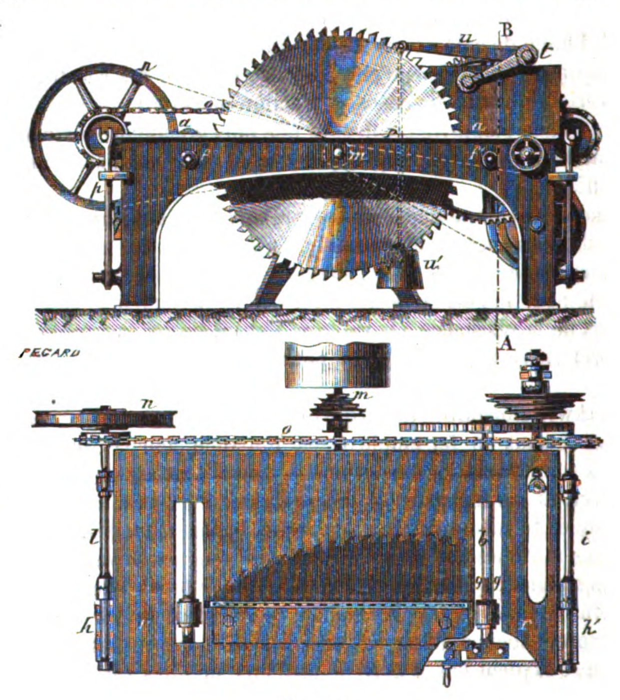



Fig. 40.

besoin. On produit ce mouvement à l'aide d'un levier et d'un excentrique *d* fixé à l'aide d'une tige *e* ou par tout autre moyen à l'un des supports *c*. Le mouvement latéral des rouleaux *a* le long de leur axe *b* s'effectue au moyen d'une vis *f* et de manchons *g* qui enveloppent les rouleaux *a* de chaque côté, de telle sorte qu'en tournant la vis *f* au moyen d'une manivelle montée sur le carré de son axe, le rouleau est poussé dans un sens ou dans l'autre.

Le second perfectionnement consiste dans l'emploi de rouleaux *h* pour ramener

la pièce de bois à sa position primitive quand la scie en a détaché une planche. Ces rouleaux *h*, que M. Worssam appelle rouleaux de retour, sont montés sur des axes *i* et munis de manchons à ressorts *j* au moyen desquels on les fait tourner dans le sens convenable. Le mouvement leur est communiqué par une courroie qui passe d'un tambour *l* monté sur l'axe de la scie *m* sur un tambour plus large *n* porté par l'un ou l'autre des rouleaux de retour *i* situés aux deux extrémités de la machine et reliés par une chaîne sans fin *o* ou par tout autre organe qui les réunit.

Les supports auxquels sont fixés ces rouleaux de retour font partie de deux équipages verticaux mobiles *p* placés aux deux extrémités de la machine, et susceptibles de s'élever ou de s'abaisser au moyen de disques excentriques *q* ou d'un mécanisme équivalent. Les rouleaux de retour *h* peuvent ainsi se trouver au-dessous du niveau du banc de la scie *r* pendant le mouvement de la pièce de bois, puis s'élever au-dessus de ce niveau lorsque cela est nécessaire, afin de soulever la pièce de bois, et de la ramener, par leur mouvement de rotation, à la position convenable pour un nouveau trait de scie. On peut employer aussi, par occasion, un rouleau conducteur *s* monté sur un support *t*, boulonné à la partie supérieure du bâti *r*, et qui porte un levier *s'*. Ce rouleau *s* est en face de la scie, mais on peut l'enlever facilement. On s'en sert pour charger plus fortement les rouleaux *a* au moyen d'un levier *u* et d'un poids *u'*. La pièce de bois est mieux tenue, et ne peut plus glisser sur les rouleaux. *The Engineer.*

### Détermination de l'acide carbonique contenu dans le gaz d'éclairage, par F. Rudorff.

Il est quelquefois utile de connaître avec assez d'exactitude la quantité d'acide carbonique contenu dans le gaz d'éclairage. L'auteur, trouvant que les procédés habituellement employés sont insuffisants, imagina l'appareil suivant, à défaut des appareils gazométriques de Bunsen. La méthode suivante est très-convenable toutes les fois que l'on a à évaluer avec exactitude de petites quantités d'acide carbonique renfermées dans un mélange gazeux.

Le principe de la méthode consiste à faire absorber l'acide carbonique par une dissolution de potasse concentrée, puis à remplacer l'acide carbonique absorbé par un égal volume de lessive caustique. L'appareil employé est un flacon G G à trois tubulures (fig. 41 page suivante). Dans la première tubulure est un manomètre contenant une dissolution d'indigo et portant une échelle millimétrique M, qui permet d'évaluer la pression qui existe en G. La deuxième tubulure est munie d'un bouchon à deux trous par lesquels passent deux tuyaux de gaz portant des robinets qui amènent le gaz que l'on veut essayer. La troisième tubulure contient une pipette à robinet graduée en centimètres cubes et que l'on remplit de lessive caustique. Pour obvier aux changements de température, on plonge le flacon dans un vase rempli d'eau à la température ambiante. Par des recherches préliminaires, il était facile de s'assurer que deux thermomètres placés, l'un dans l'eau du vase extérieur, et l'autre à l'intérieur du flacon, prenaient la même température au bout de 3 minutes au plus. Le thermomètre placé dans l'eau donnait donc la certitude que pendant toute la durée de l'opération la température n'avait pas varié. Il est à peine besoin d'ajouter que l'appareil tenait bien l'air, ce dont on pouvait facilement s'apercevoir par l'immobilité du manomètre M.

En pesant le flacon vide, puis plein d'eau, on trouve qu'il renfermait 880 centimètres cubes. Après avoir fait circuler pendant longtemps du gaz contenant de l'acide carbonique, on fermait les robinets, d'abord celui de sortie, puis celui d'entrée, de sorte que le gaz se trouvait dans le flacon sous une pression un peu plus forte que la pression atmosphérique. Lorsque la température du gaz et celle de



l'eau sont devenues les mêmes, au bout de 3 à 4 minutes, on ouvre un instant l'un des robinets qui laisse écouler juste assez de gaz pour que la pression intérieure devienne égale à la pression extérieure, comme l'indique le niveau du liquide dans le manomètre. Alors, en ouvrant convenablement le robinet de la pipette, on fait couler quelques gouttes de la dissolution de potasse dans le flacon GG. Au premier moment, le liquide introduit fait augmenter la pression, mais elle diminue bientôt à mesure que l'acide carbonique est absorbé. Lorsque l'acide carbonique est absorbé, on introduit de nouveau de la potasse, et ainsi de suite peu à peu. A la fin de l'opération, on attend quelques minutes, puis on rétablit la pression en introduisant encore de la dissolution potassique. L'acide carbonique a donc été remplacé par du liquide, et son volume peut se mesurer par la pipette.

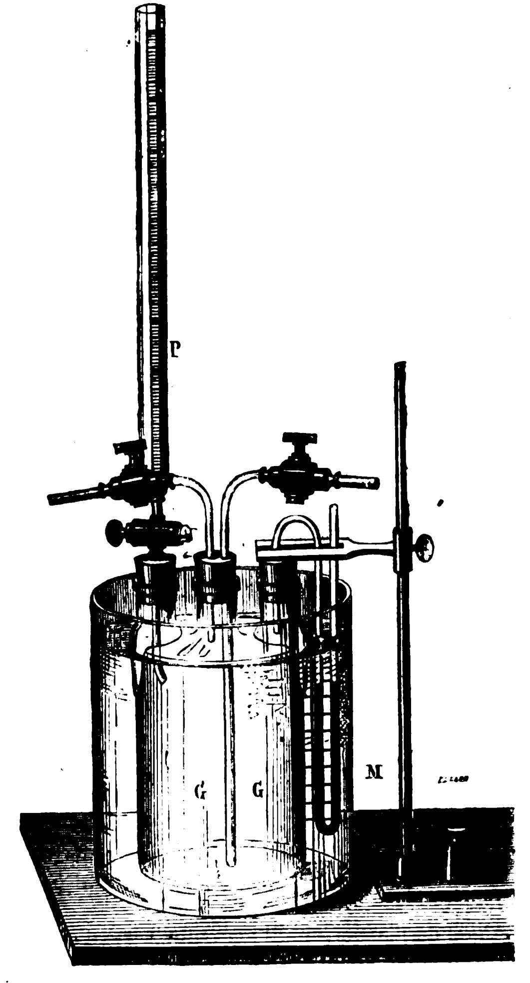



Fig. 41.

Pour avoir quelques données sur l'exactitude de ce procédé, l'auteur a rempli l'appareil d'un mélange d'azote et d'acide carbonique en proportions connues. Les gaz avaient été mélangés dans un gazomètre à cloche comme ceux qu'on emploie pour déterminer le poids spécifique du gaz d'éclairage au moyen de sa vitesse

d'écoulement. Quand la cloche s'enfonce, un index est mis en mouvement par une série de roues dentées, et l'on peut ainsi mesurer de très-petites fractions du volume de la cloche. On pouvait lire ainsi directement 5 centimètres cubes. Comme le flacon contenait 880 centimètres cubes pour un mélange gazeux renfermant 1, 2, 3 pour cent d'acide carbonique, il fallait introduire 1, 2, 3 $\times$ 8,8 centimètres cubes de dissolution de potasse pour remplacer par du liquide l'acide carbonique absorbé.

Le tableau suivant contient quelques-unes des mesures effectuées. La colonne I contient la teneur en acide carbonique, la colonne II indique la quantité de dissolution employée, et la colonne III la quantité calculée.

| | II | III |
|---|---|---|
| 1 p. 100 de $CO^2$. | 8,7 centimètres cubes. | 8,8 centimètres cubes. |
| 2 — | 17,8 — | 17,6 — |
| 3 — | 26,8 — | 26,4 — |
| 4 — | 35,1 — | 35,2 — |

On voit combien l'appareil est simple et commode lorsqu'il s'agit de déterminer la quantité d'acide carbonique qui se trouve dans un mélange gazeux comme le gaz d'éclairage. Les autres gaz qui se trouvent mélangés au gaz d'éclairage n'ont aucune influence sur la méthode, comme l'ont prouvé des expériences établies à cet effet.

Quant à ce qui concerne les diverses mesures que l'on peut faire avec un même gaz, il suffit de rapporter ici les trois déterminations suivantes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12,0 | centimètres cubes | de dissolution = | 1,36 | p. 100 | d'acide carbonique. |
| 12,1 | — | — | 1,37 | — | — |
| 11,8 | — | — | 1,34 | — | — |

Les nombres précédents montrent donc l'exactitude de la méthode qui s'applique avec la plus grande facilité et très-rapidement.

*Journal für Gasbeleuchtung.*

### Expérience sur la résistance des blocs employés pour les constructions à la mer.

Pour déterminer la composition des blocs de béton qui devaient composer les revêtements des quais du port de Tarragone, l'ingénieur chargé de l'étude du projet de construction de ce port a fait diverses expériences dont voici les principaux résultats.

Les premiers essais eurent pour objet de déterminer les proportions qu'il convenait d'observer entre le mortier et les cailloux.

On employa successivement :

1° Pierrailles, 5 volumes, mortier, 3 volumes.
2° Pierrailles, 3 — mortier, 1 —
3° Pierrailles, 5 — mortier, 2 —

Le premier mélange contenait trop de mortier, on s'en aperçut en fabriquant le bloc; le troisième, au contraire, n'en avait pas assez, le second présentait de meilleures proportions. Ce fut celui que l'on adopta.

Quant à la composition du mortier, on fit une autre série d'essais en variant les proportions de sable, de ciment et de chaux.

1° Ciment en poudre, 2 volumes, sable, 2, eau, 1 ;
2° Ciment 2 — sable 3, eau, 1;
3° Ciment, 1, chaux, 1 — sable, 3, eau, 1,25;
4° Ciment, 1,25, chaux, 0,75 — sable, 3, eau, 1,25;
5° Ciment, 1,5, chaux, 0,5 — sable, 3, eau, 4,25.

Les deux premiers essais eurent principalement pour objet de déterminer la proportion de sable. — Le premier mélange avait trop de ciment, le second était dans de bonnes proportions — En effet, d'après les expériences, un mètre cube de ciment en poudre mélangé avec un demi-mètre cube d'eau a donné un mortier occupant 0,800 mètre cube. — Deux mètres cubes donneraient 1,600 mètre cube.

L'expérience a appris que le sable a de vide 0,366 de son volume, trois mètres auront donc 1,098 mètre cube.

On sait que le minimum de chaux et de ciment que l'on doive employer pour la confection du mortier est représenté par les vides du sable, et comme on emploie 1,600 mètre cube de ciment en pâte pour remplir 1,098 de vide, on a un excès de 0,502 mètre cube de ciment.

Après avoir adopté 2 de ciment contre 3 de sable pour la composition du mortier, les expériences 3, 4 et 5 eurent pour objet de voir si l'on pouvait, sans inconvénients, substituer au ciment de la chaux éteinte et en poudre à volumes égaux. — Le béton eût alors coûté bien moins cher. Dans l'expérience 3, la chaux et le ciment entraient à parties égales. Dans la quatrième, la chaux forme les trois huitièmes du volume total, et dans la cinquiène, elle est réduite au quart.

Avec des mortiers préparés comme il est dit plus haut, on construisit cinq blocs de béton. Le premier mortier avait été laissé de côté parce qu'il coûtait trop cher à cause de l'excès de ciment. Le second faisait bien corps de même que le cinquième qui, pourtant, mit plusieurs jours à sécher assez pour qu'on pût le mettre à la mer. Les blocs 3 et 4 ne firent pas corps aussi vite, et mirent beaucoup plus de temps à durcir à cause de la grande quantité de chaux qu'ils contenaient.

Tous ces blocs submergés ont été examinés avec soin pour voir s'ils durcissaient ou non. Au bout de cinq mois les blocs 1 et 2 avaient gagné en dureté et acquis celle d'une pierre calcaire de consistance plus que moyenne. Les blocs 3 et 4 n'avaient pas durci, et paraissaient, au contraire, plus tendres, surtout le bloc 3. Le bloc 5 était au moins aussi dur que les deux premiers, au point que lorsqu'on voulut en enlever un morceau avec un marteau, une des pierres dont il était formé se cassa plutôt que de se séparer du mortier, — ce qui prouve la bonté du béton.

Ces résultats ont conduit à adopter deux parties de ciment et trois de sable pour la confection du mortier. (*Revista de Obras publicas.*)

### Bauxite (minerai de la commune des Baux).

M. R. Wagner [1] a publié un travail très-étendu sur ce minéral et sur ses applications dans l'industrie chimique.

La bauxite se trouve en gisements presque inépuisables dans le sud de la France, et renferme en moyenne 60 p. 100 d'alumine, 25 p. 100 de peroxyde de fer, 3 p. 100 de silice et 12 p. 100 d'eau. Elle peut être considérée comme un hydrate d'oxyde de fer dans lequel la majeure partie du fer est remplacée par de l'aluminium, ou bien comme une variété de diaspore renfermant de l'oxyde de fer.

**I. Action de la bauxite sur le carbonate de soude.** — M. P. Morin [2] soumit un mélange des deux matières à l'action d'une très-forte chaleur, jusqu'à ce que la masse traitée par un acide ne fit plus effervescence ; on épuisa la masse frittée par l'eau et la lessive évaporée à siccité fournit de l'aluminate de soude qui contenait 53 p. 100 d'alumine et 47 p. 100 de soude. En faisant des essais avec de l'hydrate d'alumine et un mélange d'alumine et d'oxyde de fer, M. R. Wagner observa que

1. R. Wagner. *Kunst und Gewerbebl.*, février 1865.
2. Wagner. *Jahresber*, 1862, p. 308.



la formation de l'aluminate de soude au moyen du carbonate avait lieu facilement. En employant une quantité de soude correspondant à l'alumine et à l'oxyde de fer contenus dans le mélange, il se forme en outre une notable quantité de soude caustique, ce qui prouve que l'oxyde de fer se combine avec la soude, et que le composé qu'il forme ainsi se dissocie de nouveau pendant le lessivage.

**II. Action de la bauxite sur le sel marin.** — MM. Lechatelier et Jacquemart furent les premiers qui employèrent la bauxite pour la fabrication de l'aluminate de soude. Leur procédé consistait à mélanger le minéral avec du sel marin, et à faire passer un courant de vapeur d'eau sur le mélange chauffé à une très-haute température.

En Angleterre, M. W. Gossage produit en grand le carbonate de soude au moyen du sel marin et de l'alumine.

Il est à remarquer que sans l'intermédiaire des éléments de l'eau, l'alumine est sans action sur le chlorure de sodium.

**III. Action de la bauxite sur l'azotate de soude.** — Au rouge, l'azotate de soude est facilement décomposé par l'alumine; on pourrait donc utiliser cette réaction pour la fabrication de l'aluminate de soude et pour celle de l'acide sulfurique, en dirigeant dans les chambres de plomb les vapeurs rutilantes qui se produisent.

La distillation du nitre avec l'alumine est évidemment l'ancienne méthode de préparation de l'eau-forte. Dans l'essai du salpêtre, d'après la méthode de F. Reich [1], le silice peut être remplacé avantageusement par l'alumine.

Le procédé de Dunlop, Jumant, etc., pour la préparation du chlore gazeux au moyen du sel de cuisine, du salpêtre du Chili et de l'acide sulfurique, peut sans doute se modifier aussi en remplaçant l'acide sulfurique par l'alumine; on aurait, dans ce cas, l'avantage de pouvoir convertir en carbonate la soude des deux sels employés en faisant passer un courant d'acide carbonique sur l'aluminate obtenu comme résidu.

**IV. Action de la bauxite sur le sulfate de soude.** — Un mélange de sulfate de soude et d'alumine peut être soumis à une chaleur blanche sans qu'il se produise de réaction; mais en présence de la vapeur d'eau, la décomposition du sulfate a lieu, et il se forme de l'aluminate de soude. Le sulfate de potasse, traité par l'alumine pure ou par la bauxite, fournit dans les mêmes circonstances de l'aluminate de potasse. Dans certains cas où la nature de la base de l'aluminate est sans importance, il y aurait peut-être avantage à se servir d'un mélange de sulfate de soude et de sulfate de potasse pour produire un aluminate alcalin. Le sulfate de soude se convertit facilement en aluminate si l'on ajoute du charbon au mélange d'alumine et de sulfate soumis à la calcination.

**V. Action de la bauxite sur le sulfure de sodium.** — Le nouveau procédé de fabrication du carbonate de soude que propose M. R. Wagner, et qu'il n'indique que sommairement, consiste dans les opérations suivantes : *a.*) réduction du sulfate de soude par le charbon ou par des hydrocarbures tels que le goudron d'asphalte ou les parties les plus volatiles des huiles de pétrole qui ne peuvent être employées pour l'éclairage; *b.*) lessivage du sulfure de sodium ou de potassium et traitement des lessives bouillantes par un excès d'alumine (extraite de la bauxite ou de la cryolithe); *c.*) absorption de l'hydrogène sulfuré dégagé, par l'oxyde de fer (soit par le mélange de Laming, soit par le perchlorure de fer); *d.*) transformation de l'aluminate, par le gaz carbonique, en carbonate de soude ou de potasse et en

1. *Journ. für prakt. chem.*, LXXXIII p. 262.



alumine ; ceci dans les cas où l'aluminate ne doit pas être livré directement au commerce.

L'oxyde de fer nécessaire à ce traitement peut être extrait de la bauxite. Si, au contraire, on emploie le perchlorure de fer, le protochlorure résultant de la réduction passe de nouveau à l'état de sel ferrique, lorsqu'on l'expose au contact de l'air, après l'éloignement du soufre.

**VI. Autres applications de la bauxite.** — On peut prévoir un grand nombre de cas dans lesquels la bauxite pourra être employée avec avantage, par exemple :

1° Dans la décomposition du sulfate de baryte (*spath pesant*) mélangé de charbon : de l'acide sulfureux se dégage, et il se forme de l'aluminate de baryte soluble dans l'eau. Ce dernier, par une neutralisation partielle au moyen de l'acide chlorhydrique, se décompose en chlorure de barium et en hydrate d'alumine ;

2° Dans le traitement de la *blende* pour l'extraction du zinc. Jusqu'à présent, on ne parvient pas à extraire métallurgiquement de la blende tout le métal qu'elle contient; cela tient à l'excessive difficulté de griller le minerai de manière à ne former que de l'oxyde de zinc sans qu'il se produise en même temps du sulfate de zinc qui, pendant la réduction, se change de nouveau en sulfure. Si l'on considère avec quelle facilité le sulfate de zinc est décomposé par la calcination avec l'hydrate d'alumine, on prévoit qu'une addition d'alumine au minerai à griller ne peut manquer de produire de bons effets. Si même il se formait pendant le grillage une combinaison de l'alumine (et de l'oxyde de fer) avec l'oxyde de zinc, la réduction serait tout aussi facile, parce que l'aluminate de zinc, très-divisé par un mélange avec l'alumine, traité par le charbon, donne des vapeurs de zinc aussi facilement que le minerai de zinc lui-même.

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Travaux du palais.** — Il sera bientôt assez difficile au visiteur qui se rendra pour la première fois sur l'emplacement du Champ de Mars, de reconstituer, par la pensée, la configuration de cette vaste esplanade où depuis quelques mois les nombreuses ressources de l'art de la construction moderne concourent à l'édification de l'immense et brillant palais qui doit ouvrir prochainement ses portes à l'industrie des diverses nations.

La première période du travail a été, il est vrai, presque exclusivement consacrée aux ouvrages peu apparents du sous-sol, ayant pour objet d'approprier une plate-forme convenable aux importants aménagements de la superstructure et de pourvoir d'ailleurs aux conditions capitales, pour une œuvre de cette nature, d'aérage et d'écoulement des eaux ; mais ces indispensables travaux préliminaires ayant atteint leur phase d'achèvement, même sur les points les moins favorisés, la surface ainsi préparée n'a pas tardé à recevoir les installations de détail des constructions supérieures qui donnent maintenant aux diverses parties du chantier un aspect très-varié.

D'un côté, ce sont les grandes et les petites colonnes qui s'élèvent à vue d'œil ; d'autre part, on a profité de l'avance acquise dans le délai des travaux de terrassements et

de maçonnerie pour réaliser la disposition nouvelle consistant à surélever d'une certaine hauteur, à partir de la plate-forme, les murs de pourtour bordant la galerie archéologique ainsi que le mur correspondant à la ligne de fondation la plus rapprochée du square intérieur du palais.

Ayant assisté à la confection d'une partie assez notable de ce dernier travail, nous avons pu apprécier la promptitude avec laquelle est conduite, sans nuire en rien aux garanties de solidité, l'exécution de ces corps saillants de maçonnerie dont l'érection est déjà bien avancée sur toute la partie rectangulaire des trois rangées de murs, comprise dans l'espèce d'ellipse dessinée par le périmètre des galeries qu'ils doivent limiter.

Le système adopté pour superposer ainsi après coup ces maçonneries aux lignes de fondations dont nous venons de parler ne constitue pas une innovation, mais comme il offre des avantages réels pour marcher vite et bien, et qu'à ce point de vue les habiles constructeurs du palais se seraient bien gardés de ne pas y avoir recours, nous allons en donner un résumé succinct :

On dresse d'abord de distance en distance, au-dessus des lignes de fondations, une première assise de massifs en maçonnerie de moellons, présentant $1^m,50$ environ de largeur sur un $1^m,50$ de hauteur (l'épaisseur des murs à la base varie de $0^m,50$ à $0^m,55$ et sera réduite au sommet à $0^m,40$ ou $0^m,45$, au moyen d'un fruit s'élevant dans le sens vertical). Ces amorces de maçonnerie, formant chaîne dans le parement des murs, laissent entre elles, dans le sens longitudinal, des vides ou intervalles libres de $3^m,50$, sur $1^m,50$ que l'on circonscrit extérieurement par des revêtements en charpente et que l'on comble ensuite, en un clin d'œil, au moyen de couches de béton préparé à l'avance par un mélange convenable de pierre cassée, de sable et de ciment. Le cube du bloc ainsi obtenu est de $2^m,60$, tandis que celui de chacun des massifs de maçonnerie adjacents presque aussi longs à établir ne s'élève qu'à $1^m,10$ environ.

Dès que le béton a pris une consistance suffisante, on enlève les charpentes extérieures adhérentes de chaque côté aux arêtes des piliers en pierre et l'on ragrée, s'il y a lieu, les parties irrégulières des parements ainsi que les raccords du béton avec la maçonnerie.

Toute cette première assise est surmontée d'un bandeau en pleine maçonnerie de moellon, d'une hauteur de $0^m,50$.

Les rangées suivantes, surmontées également de bandeaux et offrant, comme les premières assises, une hauteur de $1^m,50$, sont disposées de la même manière, avec cette distinction que les massifs de maçonnerie reposent sur le milieu de la partie inférieure en béton; tandis que les nouvelles coulées en béton correspondent au-dessus des massifs de maçonnerie, de manière à former une espèce de mosaïque verticale ou plutôt un entre-croisement dont la solidité ne laisse d'ailleurs rien à désirer.

Des murs transversaux relient les maçonneries longitudinales, au droit de chacune des séparations latérales des galeries. Ils sont construits en moellons; ces murs, dont la surface est considérablement réduite par les ouvertures formant les baies des grandes portes donnant accès d'une partie des galeries à l'autre, sont élevés d'ailleurs comme les maçonneries mixtes, avec soin et rapidité.

Pendant qu'on termine ainsi les grosses maçonneries de l'intérieur, de nombreux ouvriers sont occupés aux travaux des abords du palais, notamment du côté de l'École militaire. Un récent avis administratif a fait connaître d'ailleurs qu'on allait procéder dans un bref délai à la mise en adjudication des ouvrages « de maçon-
« nerie, de serrurerie, de charpente, de menuiserie, de couvertures, de peinture et
« de vitrerie à exécuter dans le parc du Champ de Mars, pour le compte de la
« Commission impériale. »

Ces divers travaux présentent un grand intérêt, mais, selon la règle que nous nous sommes tracée, nous n'en parlerons, pas plus que des projets d'avenues, jardins et autres embellissements du dehors, qu'au fur et à mesure de leur exécution[1].

Pour le moment, toute l'attention est concentrée sur l'approvisionnement et le montage des colonnes et pièces de fer qui doivent former l'immense charpente métallique du palais.

De même que la maison Gouin, l'usine Cail s'est disposée à préparer le levage de ceux des piliers de la grande nef dont elle a l'entreprise. Ces piliers ne sont pas formés et assemblés sur place comme ceux de l'usine Gouin. Ils sont préparés à l'avance dans les ateliers du quai de Grenelle et transportés à pied d'œuvre tout montés, sur des camions remorqués par des attelages de 10, 12 et même 14 chevaux. Leur poids de 11,533 kil. et leurs diverses dispositions sont entièrement identiques à ceux des piliers fournis par les autres constructeurs.

Au moment de notre visite, l'usine Gouin avait dressé 12 piliers et leurs accessoires; plusieurs autres colonnes se trouvaient disposées sur les chantiers de montage. La maison Cail avait déjà approvisionné de son côté, vers le côté nord-ouest de la grande galerie, 7 ou 8 piliers dont on préparait le levage.

Pour le montage de *chacune* des colonnes de l'usine Gouin, on emploie un échafaudage spécial avec treuil, et l'on établit ensuite une plate-forme générale, avec escalier, pour la pose des arcs et des pièces rattachant 2 *piliers respectifs*. On procède autrement pour la mise en place des fermes métalliques de l'usine Cail : un immense échafaudage roulant au besoin sur de solides galets et muni de treuils, engins et plate-formes nécessaires, est préalablement et complétement disposé pour lever simultanément 2 colonnes correspondantes et pour placer successivement : 1° les grands arcs; 2° les sablières et chaîneaux supérieurs maintenant l'écartement longitudinal; 3° les tiges ou chaînes d'assemblage reliant transversalement les sommets des colonnes dont elles maintiennent l'écartement tout en soutenant tangentiellement le grand arc; 4° enfin les entretoises qu'au nombre de 12 rattachent les arcs deux à deux, et sur lesquelles sera posée sans doute la couverture de la galerie.

Nous ne saurions juger quel est le meilleur système d'installation, de l'une ou de l'autre usine, mais nous pouvons affirmer *de visu* que les deux atteignent parfaitement le but, et que chaque procédé offre toutes les garanties désirables de stabilité pour les appareils et de sécurité pour les personnes.

Il nous reste à mentionner les nombreuses colonnes secondaires (entreprise Rigolet) déjà élevées sur divers points des galeries adjacentes à la grande nef. La mise en place de ces colonnes, qui proviennent des fonderies Boignes-Rambourg, à *Torteron* (Cher), est facile et expéditive, leur poids ne dépassant pas 1217 kilog. Leur assemblage avec les dés de fondations est très-simple. Il consiste à encastrer la partie du pied de la colonne réservée à cet effet au-dessous du plateau formant

1. Le même motif nous fait ajourner les détails concernant les mesures prescrites par l'arrêté du 6 avril 1866, relativement aux conditions d'installation, en dehors du Champ de Mars, des produits et du matériel employés pour sport nautique.

Nous nous bornerons à rappeler que, d'après l'article 2 de cet arrêté, « l'installation « des produits et du matériel servant à la navigation de plaisance aura lieu en partie dans « un hangar établi sur la berge de la Seine, à l'amont du pont du quai d'Orsay et en partie « dans un port placé en avant du hangar.

« Le hangar aura une surface de 420 mètres carrés et le port de 500 mètres carrés.

« L'établissement de cette exposition aura lieu aux frais exclusifs des exposants, sous la « direction et la responsabilité d'un sous-comité, et conformément aux plans de détail soumis « préalablement à l'approbation de la Commission impériale. » (*Extr.*)

socle, dans la petite cuve de 0m,20 environ de hauteur sur 0m,20 de diamètre ménagée dans la maçonnerie. — Le fût cylindrique de la colonne a une longueur de 6 mètres et un diamètre de 0m,30 ; il est couronné par un petit chapiteau circulaire au-dessus duquel la colonne est terminée par une flèche octogonale de 1m,70 de hauteur disposée pour recevoir, des divers côtés, les consoles soutenant les sablières extérieures, les arbalétriers des fermes, et d'autres pièces qui sont posées sans désemparer dès que les colonnes se trouvent dressées.

Une remarque importante à faire, c'est qu'à raison peut-être de la grande étendue de l'emplacement dont on dispose, et sans doute aussi par suite des bonnes dispositions adoptées, les divers et nombreux ateliers installés au Champ de Mars fonctionnent sans aucune gêne réciproque et de manière à diriger simultanément leurs efforts vers le but définitif. Ils montrent, en un mot, qu'on ne saurait diriger et poursuivre une aussi grande œuvre avec plus d'entente et de bonne volonté.

G. Palaa.

**Pont de la place de l'Europe.** — Dans notre numéro de février (p. 108), nous avons donné au sujet de l'immense pont métallique à patte d'oie que la compagnie des chemins de fer de l'Ouest exécute près la gare Saint-Lazare, à Paris, en remplacement de l'ancien tunnel de la place de l'Europe, quelques indications générales que nous compléterons par les suivantes :

Les maçonneries des grandes culées et des piles intermédiaires sont achevées ; les massifs en pierre de taille formant les extrémités de ces importantes constructions ont été établis avec un soin exceptionnel sur des modèles spéciaux qu'on s'est donné la peine de dresser à l'avance et que l'on aperçoit encore debout à peu de distance du pont.

Des chaînes en pierre de taille consolident d'ailleurs les piles et les culées dans toutes les parties correspondantes aux points d'appui des poutres métalliques du tablier.

L'ancien tunnel est complétement démoli, à l'exception d'un tronçon sur lequel repose l'une des têtes de la passerelle provisoire, qui disparaîtra prochainement dès que l'on aura pu ouvrir à la circulation une partie du tablier du nouveau passage. — La démolition du tunnel a été opérée sans interrompre le service des trains, grâce à un appareil cintré que l'on déplaçait à volonté suivant l'avancement des travaux. Les terrassements exécutés représentent un cube de près de 400,000 mètres et les voies, en dehors du pont qui doit recouvrir une partie de leur surface, se trouvent maintenant à peu près complétement à ciel ouvert.

Les constructeurs de la charpente métallique, MM. Parent, Schaken, Caillet, Caïl et Ce, ont déjà fait poser sept des gigantesques poutres, sur neuf, qui doivent former l'armature centrale du tablier. Ces poutres intermédiaires, de 2 mètres à 2m,10 de hauteur, sont reliées transversalement par des poutrelles distantes de 2m,20 environ sur lesquelles s'appuieront les voûtes en briques déjà commencées destinées à supporter la chape et la chaussée en asphalte comprimé qui doit former le sol du nouveau pont. Quelques parties des grandes poutres de rive composées de treillis en fer laminé de 5 mètres de hauteur, formant garde-corps, sont mises en place, notamment dans les parties diagonales, c'est-à-dire sur les lignes reliant les extrémités des piles avec les extrémités des culées. On a déjà circonscrit ainsi l'une des parties triangulaires de la patte d'oie du tablier où l'on s'occupe à poser, parallèlement aux poutres centrales, disposées normalement aux culées et aux piles, des poutres de plus en plus raccourcies reposant d'une part sur la culée et d'autre part sur le treillis garde-corps oblique dont les dimensions ont été renforcées de façon à résister à ce surcroît de charge.

Le poids total porté à l'avant-projet pour l'ensemble des parties métalliques du

pont était de 1,800,000 kilog., chiffre qui sera probablement un peu modifié pendant l'exécution de ce remarquable ouvrage d'art auquel le système métallique convenait d'autant mieux qu'on ne disposait, au-dessus des rails, que d'une hauteur relativement restreinte.

**Chemin de fer pneumatique à Lyon.** — Nous avons reproduit d'après les journaux de Lyon, dans notre numéro d'avril (p. 288), quelques détails sur le projet de chemin de fer pneumatique présenté à l'administration municipale de cette ville, par M. Léon Malo, ingénieur civil, ancien élève de l'École centrale. En l'absence de données assez précises, nous avons émis au sujet de la mise en pratique du système quelques doutes qu'une étude plus complète, faite sur le projet lui-même, nous a permis depuis d'éclaircir.

Les tubes dans lesquels circulent les wagons sont en maçonnerie avec enduit intérieur en ciment; malgré leurs fortes dimensions ce sont bien des *tubes,* puisque le wagon de tête, muni d'un diaphragme en tôle, y jouera le rôle de piston. Ils ont $2^{m},60$ de largeur sur 3 mètres de hauteur; ils sont parallèles et séparés par une simple cloison de 50 centimètres. Ils affectent dans leur longueur la forme d'un $\int$ composé de deux branches de parabole juxtaposées et dont les extrémités à l'arrivée et au départ sont horizontales.

Le travail de l'aspirateur sera, la plupart du temps, presque nul, les trains montants et les trains descendants devant avoir sensiblement la même charge et les frottements étant rares, puisque c'est par l'intermédiaire de la couche d'air qui sépare les deux trains, que le travail de celui qui descend se transmet à celui qui monte, et cela sans l'intermédiaire de câbles.

Nous nous demandions s'il était pratique de faire monter des rampes de 35 p. 100 à des trains dans des tubes de $7^{mc},80$ de section. L'examen du projet et des calculs qui l'accompagnent nous rassure sur ce point; nous y voyons en effet que sur une telle section il suffira d'une dépression barométrique de 1 centimètre de mercure pour produire un effort de traction de près de 1,000 kilogr., c'est-à-dire qu'avec une dépression équivalente à la différence entre l'état de pluie et celui de beau temps, on aura une force de traction de 5 ou 6,000 kilogr., ce qui, même dans le cas d'un train descendant à vide pour un train montant complet, est considéré comme plus que suffisant. Ajoutons qu'il est question en ce moment d'employer l'action pneumatique à élever les bennes dans les puits de mine, et l'on verra qu'une pente de 35 p. 100 n'est pas à redouter.

Enfin nous exprimions des craintes sur les risques de suffocation des voyageurs, à cause de la raréfaction de l'air, mais d'après les dispositions détaillées du projet, ces risques seront absolument nuls; le diaphragme formant piston étant situé à l'avant de chaque train, jamais les voyageurs ne se trouveront dans l'air raréfié, mais bien dans l'air comprimé à 0,10 ou 0,15 d'atmosphère tout au plus. Or, l'expérience a fait connaître que dans les fondations de piles tubulaires les ouvriers séjournent plusieurs heures de suite dans l'air comprimé à deux atmosphères sans en être sensiblement incommodés.

Le projet de M. Malo a reçu l'approbation de l'administration municipale de Lyon et doit être mis à l'enquête dès que le capital sera formé; il a été accueilli avec la plus grande faveur par la presse lyonnaise.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant des diverses phases de cet intéressant travail.

(Le Comité de rédaction.)

# CIRCULATION DES LOCOMOTIVES SUR LES VOIES ORDINAIRES.

Depuis longtemps, en Angleterre, des machines locomotives circulent sur les routes, et quelques essais plus ou moins heureux ont été tentés en France. Le ministre des travaux publics vient, par un arrêté en date 20 avril, de régler les conditions auxquelles on devra satisfaire pour être autorisé à employer des locomotives sur les routes autres que les chemins de fer.

Le ministre des travaux publics a exposé, dans une circulaire, les vues de l'administration supérieure sur cette question. Il désire que les essais nouveaux se fassent aussi librement que possible. L'enquête qui doit précéder l'autorisation doit avoir lieu à bref délai; elle est purement technique, les autorités locales n'ont pas besoin d'être consultées. Enfin le ministre se réserve de modifier ce règlement lorsque l'expérience en démontrera la nécessité.

Voici le texte de l'arrêté :

Le ministre secrétaire d'État au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, etc.,

Arrête :

Art. 1er. L'emploi des locomotives sur les routes *autres que les chemins de fer* est soumis aux dispositions suivantes :

## TITRE Ier.

### AUTORISATION A OBTENIR POUR FAIRE CIRCULER LES LOCOMOTIVES.

Art. 2. Toute personne qui voudra établir un service par locomotives pour le transport, soit des voyageurs, soit des marchandises, devra se pourvoir d'une autorisation qui sera délivrée par le préfet si le service est compris dans un seul département, et par le ministre des travaux publics, s'il en embrasse deux ou un plus grand nombre.

Art. 3. La demande qui sera adressée à cet effet au préfet ou au ministre devra indiquer :

1° L'itinéraire détaillé que le pétitionnaire a l'intention de suivre ;

2° Le poids des wagons chargés et celui des machines, avec leur approvisionnement, et, pour ces dernières, la charge de chaque essieu ;

3° La composition habituelle des trains et leur longueur totale, machine comprise.

Art. 4. Cette demande sera immédiatement communiquée aux ingénieurs des ponts et chaussées et, si l'itinéraire comprend des chemins vicinaux, aux agents voyers des départements traversés, qui seront appelés à donner leur avis, eu égard à l'état des routes et chemins que les locomotives doivent emprunter, ainsi qu'à la nature des ouvrages d'art qui se trouvent sur le parcours.

Sur le vu de ces avis, les préfets statuent sur les arrêtés spéciaux.

Dans le cas où la décision est réservée au ministre, les préfets lui renvoient les demandes, avec l'instruction dont elles auront été l'objet et leur avis personnel, pour y être statué ce que de droit.

Art. 5. L'arrêté d'autorisation déterminera les conditions particulières auxquelles le permissionnaire sera soumis, indépendamment des prescriptions générales du présent règlement.

Il fixera notamment le maximum, tant de la charge par essieu de locomotive, que de la longueur du train.

A moins de circonstances exceptionnelles qui nécessiteraient une réduction, la charge pourra être portée à 8,000 kilogrammes et la longueur du train à 25 mètres.

L'arrêté pourra d'ailleurs autoriser, lorsqu'il y aura lieu, des charges plus fortes et des longueurs de train plus grandes.

Enfin, il prescrira les précautions spéciales à prendre au passage des ponts suspendus et autres ouvrages d'art.

Art. 6. Les arrêtés des préfets qui refuseraient les autorisations demandées pourront être l'objet d'un recours devant le ministre.

Les arrêtés qui auront autorisé la circulation sur des routes impériales et départementales devront, dans tous les cas, être portés à sa connaissance.

## TITRE II.

### MISE EN CIRCULATION DES LOCOMOTIVES.

Art. 7. Les machines locomotives ne pourront circuler sur les routes autres que les chemins de fer qu'autant qu'elles satisferont, en ce qui concerne leurs générateurs, aux prescriptions du décret du 25 janvier 1865, et qu'après l'accomplissement des conditions spéciales ci-après déterminées :

Art. 8. Elles seront munies :

1° D'un appareil de changement de marche;

2° D'un frein assez puissant pour empêcher le mouvement de l'essieu moteur sous l'action de la vapeur, au maximum de pression que comporte la chaudière;

3° D'un avant-train mobile autour d'une cheville ouvrière ou de tout autre mécanisme équivalent, permettant de tourner avec facilité dans des courbes de petit rayon.

Art. 9. Le foyer de la chaudière devra être établi de manière à brûler sa fumée.

Des dispositions seront prises pour empêcher la projection des escarbilles par le cendrier et par la cheminée.

Art. 10. La largeur de la machine, entre ses parties les plus saillantes, ne devra pas excéder 2m,50.

Les bandages des roues devront être à surface lisse, sans aucune saillie.

Art. 11. Aucune locomotive ne pourra être mise en service qu'après avoir été visitée par les ingénieurs des mines, et, à leur défaut, par les ingénieurs des ponts et chaussées. En cas d'empêchement, ces ingénieurs pourront se faire remplacer par les agents sous leurs ordres. Ils s'assureront que la machine remplit les conditions prescrites par les articles 7 et 10 ci-dessus. Ils pourront exiger, lorsqu'ils le jugeront nécessaire, qu'elle soit soumise à une expérience qui leur permette de constater l'efficacité des appareils dont elle doit être pourvue et son aptitude au service auquel elle est destinée.

## TITRE III.

### MARCHE ET CONDUITE DES TRAINS.

Art. 12. La vitesse en marche ne dépassera pas vingt kilomètres à l'heure. Cette vitesse devra d'ailleurs être réduite à la traversée des lieux habités ou en cas d'encombrement sur la route.

Le mouvement devra également être ralenti, ou même arrêté, toutes les fois que l'approche d'un train, en effrayant les chevaux ou autres animaux, pourrait être cause de désordres ou occasionner des accidents.

Art. 13. L'approche du train devra être signalée au moyen d'une trompe, d'une



corne ou de tout autre instrument du même genre, à l'exclusion du sifflet habituellement employé dans les locomotives qui circulent sur les chemins de fer.

Art. 14. Pendant la nuit, le train portera à l'avant un feu rouge et à l'arrière un feu vert. Ces feux devront être allumés une demi-heure après le coucher du soleil, et ne pourront être éteints qu'une demi-heure avant son lever.

Art. 15. Deux hommes devront être exclusivement attachés au service de la machine. Il y aura en outre un conducteur préposé à la manœuvre d'un frein placé à l'arrière du train toutes les fois que la machine remorquera plus d'un véhicule.

Ce frein sera d'une puissance suffisante pour retenir le train entier, sauf la machine, sur les pentes les plus fortes que présentera le parcours.

Art. 16. Le machiniste devra se ranger à sa droite à l'approche de toute autre voiture, de manière à laisser libre au moins la moitié de la chaussée.

Art. 17. Les locomotives et leurs trains ne pourront stationner d'une manière prolongée et sans nécessité sur la voie publique. Ils devront être remisés aux deux extrémités de leur parcours.

L'alimentation d'eau et de charbon ne pourra se faire sur la voie publique qu'à condition de ne point entraver la circulation.

Il est expressément interdit d'y opérer le décrassage des grilles.

Art. 18. La largeur du chargement des voitures ne devra pas excéder 2m,50. Toutefois, il pourra être accordé, par les préfets des départements traversés, des permis spéciaux de circulation pour des objets d'un grand volume, qui ne seraient pas susceptibles d'être chargés dans ces conditions.

Art. 19. Les locomotives et les voitures porteront sur une plaque métallique, en caractères apparents et lisibles, le nom et le domicile de l'entrepreneur de transports. Chaque machine aura en outre un numéro d'ordre ou un nom particulier.

## TITRE IV.

### DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 20. Pour ce qui n'est pas expressément réglé par le présent arrêté, les machines locomotives, ainsi que les voitures qu'elles remorqueront, seront soumises, en tout ce qui leur est applicable, aux dispositions des lois et règlements sur la police des roulages, notamment à celles des titres I et III du décret du 10 août 1852.

Art. 21. Les ingénieurs des ponts et chaussées et les ingénieurs des mines, ainsi que les agents sous leurs ordres dûment commissionnés, sont chargés, sous la direction des préfets et avec le concours des autorités locales, de la surveillance relative à l'exécution des mesures prescrites par le présent règlement.

Art. 22. Les contraventions au présent règlement seront constatées, poursuivies et réprimées, suivant les cas, conformément aux lois du 30 mai 1851 et du 21 juillet 1856, ainsi qu'aux dispositions de l'art. 471 du Code pénal, sans préjudice de la responsabilité civile que les contrevenants peuvent encourir aux termes des art. 1382 et suivants du Code Napoléon.

Fait à Paris, le 20 avril 1866.

Signé : ARMAND BÉHIC.

Pour ampliation :
Le conseiller d'État, secrétaire général,
DE BOUREUILLE.



# VARIÉTÉS.

### Nitroglycérine.

Nous avons déjà fait connaître à nos lecteurs la nouvelle poudre de mine appelée nitroglycérine. Nous croyons les intéresser en leur donnant quelques renseignements propres à les éclairer et à les mettre en garde contre un engouement irréfléchi pour ce produit nouveau, quoique nous ne veuillions pas dire qu'il faille discontinuer les essais.

D'après le *Berg und Huttenmannische Zeitung*, parmi d'autres inconvénients, la nitroglycérine aurait celui de se prendre en masse à une température probablement peu au-dessus de 32° Fahrenheit; cette température serait de 43 à 46° Fahrenheit, et dans cet état elle fait explosion par un simple frottement. Il est probable cependant que le point de congélation est inférieur à celui indiqué, quoiqu'on n'ait pas encore déterminé exactement ce point.

Un journal de Hirschberg, en Silésie, rapporte un accident résultant de l'explosion par frottement de nitroglycérine congelée, cristallisée. On l'employait pour la construction d'un chemin de fer; elle était emmagasinée dans des vases en verre, enveloppés de paille et placés dans des paniers. Chaque vase contenait 1/4 à 1/8 de quintal de la substance. Pendant plusieurs jours la masse a fait prise; on la maniait avec précaution, et les quantités à employer étaient détachées avec un morceau de bois et chargées dans les trous de mine. On trouva que la nitroglycérine solidifiée produisait le même effet que la nitroglycérine humide. Un jour, un surveillant des travaux eut la malheureuse idée de détacher les fragments de nitroglycérine avec un pic de 7 à 8 livres. Le choc produisit l'explosion, l'infortuné fut lancé en l'air et retomba dans une excavation profonde de 40 à 50 pieds.

En même temps deux ouvriers, qui faisaient des cartouches à peu de distance de lui, eurent le bonheur d'échapper en ne recevant que des blessures légères.

On nous a dit qu'il résultait de la combustion de la nitroglycérine des gaz délétères qui seraient peut-être un obstacle à son emploi dans des mines où l'aérage serait insuffisant. Tout cela mérite examen, et nous espérons que l'expérience aura bientôt dit le dernier mot.

CAMILLE TRONQUOY.

La note qui précède devait paraître dans l'un des précédents numéros des *Annales du Génie civil*, mais elle avait été ajournée à cause de l'abondance des matières. Nous le regrettons, parce qu'elle aurait pu prémunir nos lecteurs contre le danger qu'il y a à manipuler cette matière éminemment explosible, et dont les vapeurs délétères causent des nausées et quelquefois des vomissements (*The Artisan*, 1er mai 1866).

Il y a quelques mois, un officier anglais fut tué par l'explosion d'une bombe qu'il chargeait avec ce produit. Les journaux américains attribuent à des explosions de nitroglycérine un grave accident qui a eu lieu dans un hôtel de New-York, et la destruction de *l'European*, navire de la *West India and Pacific company*, qui était à quai à Aspinwall, pour opérer son déchargement. Ce dernier accident atteignit non-seulement *l'European*, mais de plus il ne resta pas une fenêtre intacte dans la ville. D'autres navires furent endommagés; toutefois il n'y en eut qu'un seul, *le Caribbean*, qui le fut sérieusement.

Nous avons reçu une lettre de l'un de nos abonnés, qui avait demandé à un pharmacien de la localité qu'il habite de lui préparer quelques grammes de nitroglycérine, et, pendant la préparation, l'explosion de toute la masse a eu lieu. Il nous est difficile d'expliquer la cause de cette explosion; nous craignons que l'on n'ait pas pris la précaution indiquée par M. Nobel, de tenir le mélange d'acide sulfurique et azotique « très-froid et en prenant garde que la température ne s'élève « au-dessus de 0° centigrade. » La méthode employée par M. Nobel consiste « à « mélanger rapidement toute la quantité relative de la glycérine avec le mélange « d'acides sulfurique et nitrique, » puis de « jeter le tout immédiatement dans de « l'eau froide, et la nitroglycérine, étant insoluble, se sépare vivement. »

En ce qui concerne l'emploi de ce produit, M. Nobel applique à l'extrémité d'une mèche de sûreté ordinaire un cylindre creux en bois à peu près du diamètre du trou de mine. Ce cylindre est rempli d'une petite quantité de poudre de chasse retenue par un bouchon de liége, placé à la partie inférieure. La nitroglycérine étant versée dans le trou, on introduit le cylindre en bois, et on le pousse jusqu'à ce qu'il plonge un peu dans le liquide; on bouche le trou, ou bien on le remplit d'eau, et on met le feu à la mèche. L'inflammation se communique à la poudre; celle-ci, par sa détonation, produit un choc violent sur la masse d'huile, qui s'enflamme à son tour, et l'explosion a lieu.

Quand le trou est incliné et qu'on ne peut y verser directement la nitroglycérine, on met celle-ci dans une enveloppe en fer-blanc, avec la cartouche en bois dont nous venons de parler; toutefois, on peut remplacer cette cartouche par une capsule adaptée à l'extrémité de la mèche de sûreté, qui est elle-même introduite dans l'enveloppe métallique, que l'on referme à son extrémité.

M. Nobel a proposé aussi de faire absorber la nitroglycérine par de la poudre à canon, du coton-poudre, etc. Quand elle est mélangée en proportion considérable, de manière à mouiller la surface de la poudre, elle est plus spécialement destinée aux usages de la poudre de mine.

Quoi qu'il en soit, ce produit, comme nous l'avons dit déjà, est des plus dangereux, puisque nous voyons les personnes les plus habituées à s'en servir en être victimes, et un chimiste habile, que nous avons consulté à ce sujet, nous répond : « Ici, personne ne veut en faire; on m'en a demandé, quelquefois, deux à trois « kilogrammes, mais j'ai toujours reculé devant l'effroyable responsabilité qu'en- « traîne avec elle la préparation de ce produit. »

Nous suivons cette question, et nous signalerons à nos lecteurs les faits nouveaux qui se produiront. C. T.

### Les mines de charbon de la Pensylvanie.

Pendant le courant de l'année dernière, il a été retiré 9 millions et demi de tonnes des mines de charbon anthracite de la partie orientale de la Pensylvanie. Les premières extractions dans la contrée remontent a quarante-cinq ans. Pendant ce laps de temps il a été extrait 134 millions de tonnes.

Les mines de charbon bitumineux de la partie occidentale ont produit, dans le courant de la même année, 1,384,000 tonnes; mais, pour satisfaire aux besoins de la consommation, il a fallu importer en outre 685,000 tonnes, bien que ces importations soient frappées d'un droit très-élevé.

En 1820, l'extraction avait donné 365 tonnes, soit une tonne par jour. Aujourd'hui un seul chemin de fer a apporté au marché, en une seule semaine, 100,000 tonnes.

La seule limite actuelle de la production est l'insuffisance des diverses voies de communication pour aller chercher les charbons aux lieux d'extraction. Pour 1866, on évalue la production probable de l'anthracite à plus de 11 millions de tonnes.

### Nouvelle composition de mortier, par M. le Dr Artus.

Chacun sait que le mortier employé par les Romains prenait avec le temps une dureté extraordinaire. Le mortier qu'on emploie de nos jours durcit lentement, se fendille en durcissant, adhère peu, se détache après un certain temps, de sorte qu'il n'est pas difficile d'enlever de la construction une pierre toute seule sans emporter la couche de mortier qui l'entoure. Le mortier agit beaucoup moins en soudant ensemble les pierres ou les briques qu'en les établissant solidement les unes sur les autres et en permettant une plus considérable répartition des pressions exercées par le poids des matériaux. Le mortier ne convient pas pour les constructions à la mer pas plus que pour l'ornementation.

Des recherches faites sur le mortier des constructions romaines ont montré que la majeure partie était transformée en silicate et avait contracté une très-forte adhérence avec le quartz employé. Dans le mortier moderne le silicate ne se forme que très-lentement et en très-petite quantité. Ce sont ces silicates qui donnent de la solidité et de la prise sous l'eau, les ciments hydrauliques leur doivent leurs qualités.

M. Artus a découvert un nouveau moyen de préparation du mortier qui favorise considérablement la formation des silicates. Le mortier ainsi préparé durcit beaucoup plus vite, prend la dureté du ciment et ne se fendille pas en séchant. Bien plus, on peut l'employer sous l'eau à la place du ciment hydraulique. Jusqu'ici on n'a fait d'expériences précises que sur le mortier employé à l'air.

La préparation indiquée par M. Artus est des plus simples.

On prend de bonne chaux éteinte et on la mélange le plus soigneusement possible avec du sable finement criblé. Cela fait, on mélange le quart du sable ainsi préparé avec de la chaux vive finement pulvérisée et on brasse le tout. Pendant l'opération, la masse s'échauffe et peut ensuite être employée comme mortier. Évidemment on ne doit ajouter la chaux vive au mélange de sable et de chaux éteinte qu'au moment d'employer le mortier. Pendant que la masse s'échauffe, les silicates commencent à se former, ce qui fait que le mortier durcit assez vite. Il résiste bien à l'eau et peut être employé partout où il doit durer longtemps. Il adhère tellement qu'au bout de quelque temps il faut employer une force assez considérable pour arracher les pierres qu'il réunit. Des expériences faites à une grande échelle sur ce mortier ont donné de brillants résultats.

Une partie de bonne chaux éteinte a été mélangée avec trois parties de sable. A cette masse on a ajouté pour former le mortier les trois quarts de son poids de chaux vive finement pulvérisée et l'on a bien mélangé le tout.

Le mortier ainsi préparé a été employé pour un mur de fondations. Au bout de quatre jours il était déjà si dur qu'un morceau de fer aigu ne pouvait l'entamer; il était devenu aussi dur que les pierres du mur au bout de deux mois.

Il s'agit, comme on voit, d'une découverte très-importante. Il resterait à expérimenter combien de temps on peut laisser écouler entre la préparation du mortier et son emploi et quelles quantités on doit préparer à la fois.

*Zeitung des Ver. deutsch. Eisenbahn-Verwalt.*

### Découverte de minerais aurifères dans l'Amérique russe.

On annonce que les ouvriers du télégraphe russo-américain, qui doit mettre en communication trois continents, ont découvert des couches très-riches en minerais aurifères. A peu de chose près, l'or trouvé aurait la pureté des minerais de la Californie.



### Une découverte splendide en électricité.

Telle est la traduction littérale du titre donné par l'*Engineer* à une découverte que vient de faire M. Wilde de Manchestre et dont M. Faraday a entretenu la Société royale de Londres.

Le nouvel appareil de M. Wilde produit de l'électricité en grande quantité et d'une grande intensité. Il dépasse sous ce rapport la batterie de Grove et les plus grandes machines électro-magnétiques.

La construction de cet appareil repose sur ce fait, constaté par hasard par M. Wilde, qu'un aimant permanent donne, à des barres de fer doux placées dans certaines conditions, une force infiniment plus grande que celle qu'il possède.

Nous reviendrons sur cette découverte à laquelle on semble attacher une grande importance en Angleterre.

### L'Émeri remplacé.

MM. Bowd Bussell et Fisher, de Newport et Tredegard, Monmouthshire, viennent de prendre un brevet ayant pour objet la substitution des scories de forges à l'émeri, dans toutes ses applications. On sait que l'on a proposé un grand nombre d'emplois pour les scories de forge qui forment des monceaux aux abords des usines et qui sont une véritable gêne pour les maîtres de forge, obligés de consacrer d'énormes terrains aux dépôts de scories. MM. Bowd Bussell et Fisher ont découvert que les scories avaient les propriétés de l'émeri, et que même elles lui étaient préférables pour polir le fer, l'acier, le bronze et les autres métaux, pour la taille des pierres précieuses et des substances dures. Cette invention a une importance d'autant plus grande que le transport de l'émeri du Levant et d'autres contrées revient à un prix très-élevé, tandis qu'il est très-facile de se procurer des scories. Le nouveau produit a été appelé *métalline*, et on dit qu'on peut le vendre avec 80 p 100 de rabais sur le prix de l'émeri. Nous avons vu une barre de fer sur laquelle la *métalline* avait été essayée, et, en apparence, les résultats sont les mêmes qu'avec l'émeri. Nous avons appris que la métalline allait recevoir une application industrielle dans plusieurs établissements; nous tiendrons nos lecteurs au courant.

(*The Engineer*.)

---

## JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

---

**Le fait d'acheter, de commander ou de fabriquer pour son usage personnel un objet constituant l'imitation d'un objet breveté, constitue-t-il le délit de contrefaçon?**

**Ce fait constitue-t-il, tout au moins, une faute donnant lieu à l'allocation de dommages-intérêts au profit de l'inventeur?**

D'après l'article premier de la loi du 5 juillet 1844 : Toute nouvelle découverte ou invention, dans tous les genres d'industrie, confère à son auteur, sous les conditions et pour le temps déterminés (par la loi), le droit exclusif d'exploiter, à son profit, ladite découverte ou invention.

1. M. Emion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.

Cette exploitation consiste dans la vente de l'objet breveté. L'inventeur peut profiter des bénéfices de cette exploitation soit en vendant directement les objets brevetés, soit en accordant des licences à des tiers pour les autoriser à exploiter le brevet dans certaines parties déterminées du territoire, soit en faisant la cession légale du brevet lui-même.

D'un autre côté, l'art. 40 de la même loi considère comme constituant le délit de contrefaçon, et punit d'une amende de 100 à 2,000 francs toute atteinte portée aux droits du breveté, soit par la fabrication des produits, soit par l'emploi faisant l'objet de son brevet. Enfin, l'art. 41 frappe d'une peine semblable ceux qui auront sciemment recelé, vendu ou exposé en vente, ou introduit sur le territoire français un ou plusieurs objets contrefaits.

Lors de la discussion de la loi devant la Chambre des députés, on se demanda si l'atteinte, dont parle l'art. 40, devait être faite avec une intention frauduleuse ou si le fait matériel suffisait pour constituer le délit.

Malheureusement cette question ne fut agitée qu'à l'occasion du second paragraphe de l'art. 43 relatif à la récidive, de telle sorte que l'art. 40 fut voté sans que la Chambre se fût elle-même nettement rendu compte de l'interprétation à donner à cette disposition; aussi M. Bethmont a-t-il pu dire avec raison : « Les tribunaux « diront comment la Chambre entendait cet article (40), et je serais curieux de « savoir comment ils diront qu'elle l'entendait, lorsque nous, qui la consultons « aujourd'hui, ne pouvons l'apprendre d'elle. » Lorsque la question se présenta, la discussion, pour être vive, n'en fut pas plus lucide. Les opinions les plus contradictoires se produisirent. Le rapporteur de la loi et, après lui, MM. Vivien et Odilon Barrot soutinrent que le fait matériel suffisait pour constituer le délit. MM. Aylies et Crémieux adoptèrent le système opposé. « En matière de contrefaçon, disait « M. Aylies, il y a deux éléments distincts : le fait et l'intention. »

Depuis cette époque, la discussion a continué et la même divergence d'appréciations s'est produite soit dans la doctrine, soit dans la jurisprudence.

M. Blanc et plusieurs arrêts adoptent l'opinion que le défaut d'intention frauduleuse fait disparaître le délit. Mais de nombreux auteurs pensent au contraire que le fait matériel suffit pour le constituer; ce système est, en outre, consacré par plusieurs décisions judiciaires.

Nous ne pouvons, quant à nous, admettre que le délit existe en l'absence de toute intention frauduleuse. En principe général, un délit se compose de deux éléments distincts : le fait et l'intention; or, nous ne voyons pas pourquoi la loi dérogerait, en matière de contrefaçon, aux règles fondamentales du droit criminel. Sans doute, il pourra être quelquefois assez difficile pour le juge de reconnaître si le prévenu a agi avec ou sans intention mauvaise; mais cette difficulté se rencontre chaque jour en matière criminelle à l'égard des délits ordinaires; le juge est appréciateur souverain; il statue en son âme et conscience; et, dans le doute, il doit acquitter.

Ces principes posés, il nous paraît facile de résoudre les questions qui nous sont soumises.

Du moment où le droit de l'inventeur consiste dans la vente de l'objet breveté, toute vente faite en dehors de lui est une atteinte portée à ses droits.

Si le tiers qui achète, commande ou fabrique un objet breveté, agit sciemment, c'est-à-dire en ayant connaissance des droits de l'inventeur, il commet le délit de contrefaçon ou se rend complice de l'auteur principal de ce délit.

Si, au contraire, il agit dans l'ignorance des droits de l'inventeur, il ne commet aucun délit, mais il se montre imprudent en ne cherchant pas à savoir si l'objet qu'il achète, commande ou fabrique, est ou non breveté. Dans ce cas, il peut être condamné à des dommages-intérêts au profit de l'inventeur, en vertu de l'art. 1382

ainsi conçu du Code Napoléon : « Tout fait quelconque de l'homme, qui cause à « autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer. »

Peu importe, suivant nous, que la contrefaçon, délictueuse ou non, ait pour but unique l'usage personnel de celui qui achète, commande ou fabrique l'objet contrefait. Nous ne saurions, pour notre part, admettre la théorie résultant de plusieurs arrêts de la Cour de Cassation. La Cour suprême décide que le négociant ou le fabricant qui achète une machine contrefaite pour en faire un usage commercial doit être regardé comme contrefacteur; mais que la rigueur de ce principe ne saurait s'appliquer à celui qui n'achète un objet contrefait que pour son usage personnel et sans intention de spéculation commerciale; que notamment le propriétaire ou le cultivateur ne peut être poursuivi pour contrefaçon relativement aux machines et instruments dont il fait emploi pour améliorer les produits de sa culture, soit qu'il destine ces produits à sa consommation, soit qu'il se propose de les vendre ; la Cour ajoute que, cette dernière circonstance ne constituant pas une opération commerciale, la vente des produits ne cesse pas d'avoir le caractère d'un usage personnel.

Nous ne pouvons nous expliquer la raison de cette distinction. Il importe peu, suivant nous, que l'objet contrefait doive servir aux besoins d'une entreprise commerciale, aux besoins d'une exploitation agricole ou même seulement aux besoins soit de la famille, soit de la personne : il y a toujours une atteinte portée aux droits du breveté. Sans doute le préjudice sera plus considérable s'il s'agit, par exemple, de roues fabriquées en grand nombre par une compagnie de chemin de fer pour le matériel roulant, que s'il s'agit d'une machine agricole établie pour servir à l'exploitation d'une ferme ou s'il s'agit surtout d'un objet de ménage servant à l'usage de sa famille. D'un autre côté, il y aura, soit une culpabilité plus grande, soit une imprudence moins excusable, de la part du négociant qui aura connu les droits de l'inventeur, ou n'aura pas cherché à s'en rendre compte, que de la part du particulier qui, connaissant l'existence du brevet, n'en appréciait pas bien les conséquences ou de la part de celui qui, ne connaissant pas le brevet, n'a pas songé à se demander s'il en existait un.

Mais, dans tous ces cas différents, il y a réellement atteinte portée aux droits de l'inventeur. Du moment qu'un individu achète, commande ou fabrique pour l'usage de son commerce, de sa ferme ou de sa maison un objet qui constitue l'imitation d'une invention brevetée, il prive l'inventeur d'une vente au bénéfice de laquelle il avait droit [1]. Ce dernier a donc la faculté de demander la réparation du préjudice qui lui est causé; s'il y a intention délictueuse, il s'adressera au tribunal correctionnel et se fondera sur les art. 40-43 de la loi de 1844; s'il y a simple faute, il saisira la juridiction civile ou commerciale et basera sa demande sur l'art. 1362 précité du Code Napoléon.

En vain, suivant nous, la personne attaquée soutiendrait-elle qu'il n'y avait de sa part ni délit ni faute; on lui répondrait qu'elle avait toujours au moins une faute à s'imputer, car elle savait que la loi accorde un droit privatif à l'inventeur; elle devait rechercher si l'objet qu'elle achetait, commandait ou fabriquait était ou n'était pas breveté. On lui répondrait encore, avec raison, que, par son fait, elle a causé un préjudice à l'inventeur. Le bénéfice d'un brevet deviendrait illusoire si chacun pouvait, pour les besoins de son exploitation agricole ou de sa maison, fabriquer un objet semblable à celui breveté. Que pourrait gagner, par exemple, l'inventeur d'une machine agricole, si chacun de ceux auxquels elle peut être utile avait le droit de s'en procurer sans s'adresser à l'inventeur?

Il est un seul cas où l'inventeur n'aurait droit à aucuns dommages-intérêts : ce serait celui où une personne fabriquerait pour son plaisir et non pour son usage un objet semblable à celui breveté. Dans ce cas, en effet, il n'y aurait pas de préju-

dice pour l'inventeur, celui-ci ne manquant aucune vente, puisque l'individu qui trouve son plaisir à fabriquer un objet n'aurait pas consenti à l'acheter tout fait. D'ailleurs les perfectionnements et les découvertes nouvelles deviendraient impossibles s'il n'était pas permis de faire des essais et de se rendre compte, par l'imitation même des objets brevetés, des inconvénients auxquels il peut être utile de remédier.

En résumé nous sommes d'avis :

Que la fabrication d'un objet constituant l'imitation d'une invention brevetée peut ne donner lieu à l'allocation d'aucuns dommages-intérêts au profit de l'inventeur.

Mais que l'usage de ce même objet constitue, suivant les cas, soit le délit de contrefaçon, soit la simple faute dont parle l'art. 1382 du Code Napoléon.

**Machines à battre les grains. — Privilége — Vendeurs de ces machines. — Propriétaire de la ferme.** — L'art. 2102 du Code Napoléon accorde un privilége spécial au vendeur d'ustensiles agricoles à l'encontre du propriétaire de la ferme.

On s'est demandé si les machines à battre les grains, mues par la vapeur, devaient être classées dans la catégorie des ustensiles agricoles et si, par conséquent, les vendeurs de ces machines devaient être payés par privilége sur le prix en revenant, par préférence au propriétaire bailleur.

Le tribunal civil de Corbeil et la Cour de Paris ont successivement été appelés à statuer sur cette question et l'ont décidée dans le sens de l'affirmative[1].

Il faut, en effet, reconnaître que si le législateur de 1804 n'avait pas pu prévoir l'importance et l'utilité de ces machines non encore créées à cette époque, elles n'en ont pas moins à tous les titres le caractère d'ustensiles d'exploitation ; elles sont essentiellement agricoles et ne peuvent être utilisées qu'à un objet : la récolte des céréales; on ne voit donc pas pourquoi celui qui les fournit au cultivateur ne serait pas protégé par le privilége spécial accordé par la loi au vendeur d'ustensiles agricoles.

**Travaux publics non autorisés. — Dommages. — Suspension. — Compétence judiciaire.** — L'art. 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII attribue aux conseils de préfecture la connaissance des réclamations élevées par des propriétaires qui se plaignent des torts et dommages procédant du fait des entrepreneurs de travaux publics.

Mais, pour que la juridiction administrative soit compétente, il faut que les travaux publics, au sujet desquels s'élèvent des réclamations, soient autorisés; s'ils ne le sont pas, les réclamations élevées par des tiers sont de la compétence des tribunaux ordinaires qui peuvent ordonner la discontinuation des travaux, ou, s'il y a doute sur la question d'autorisation, doivent ordonner le sursis jusqu'à la recherche et l'interprétation des actes administratifs. C'est ce que la Cour de cassation (chambre des requêtes) a décidé par un arrêt du 25 avril dernier.

On comprend en effet : d'une part, que la compétence attribuée par la loi de l'an VIII à la juridiction administrative constituant une exception aux principes généraux du droit, cette exception doit être restreinte dans des limites étroites ; d'autre part, que la disposition de la loi du 28 pluviôse ayant pour but d'assurer l'exécution immédiate des travaux publics ordonnés dans l'intérêt général, cette raison n'existe plus lorsque les travaux ne sont pas autorisés, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas, en réalité, exécutés dans l'intérêt général.

VICTOR ÉMION,
Avocat à la Cour impériale.

1. Arrêt du 9 décembre 1865 (*Gazette des Tribunaux* du 25 janvier 1866).

# NÉCROLOGIE.

## MORT DE M. WYE WILLIAMS.

M. Wye Williams, dont le nom est bien connu en France, vient de s'éteindre à l'âge de quatre-vingt-sept ans. Il avait commencé par être avocat (*barister*). Très-jeune, il avait changé de carrière, et s'était occupé des perfectionnements à apporter dans la filature du lin. Plus tard, il prit une part active à la formation d'une ligne de paquebots à vapeur entre Liverpool et l'Irlande, et il est resté le directeur de la compagnie créée pour l'exploitation de cette ligne jusqu'à ces dernières années.

Tous ces travaux n'avaient donné à Wye Williams qu'une notoriété en quelque sorte locale; mais, en 1854, il publia un ouvrage qui lui valut une grande célébrité. Nous voulons parler de ses *Considérations chimiques et pratiques sur la combustion du charbon, et sur les moyens de prévenir la fumée.* Cet ouvrage fut traduit en français par M. Bona Christave, lieutenant de vaisseau, et fut publié (1858) sous les auspices de M. Hamelin, ministre de la marine, par les soins de la Librairie des ingénieurs civils.

Ce travail continue à être consulté par tous ceux qu'intéressent les questions de combustion. M. Williams était d'ailleurs un homme éminemment pratique. Ce qui le prouve, c'est qu'un prix de 12,500 fr. ayant été institué à Newcastle pour la construction de chaudières engendrant économiquement la vapeur, ce fut la chaudière Williams qui l'emporta, parce que, d'après le rapport [1] de sir Williams Armstrong, le docteur Richardson et M. Longridje, juges du concours, le système de M. Williams était applicable à toutes espèces de chaudières marines, et qu'il était d'une simplicité qui militait en sa faveur. Ajoutons une circonstance qui permet de juger le caractère de l'homme : Wye Williams abandonna les 12,500 fr. qui lui avaient été décernés comme prix à une des institutions philanthropiques de l'Angleterre.

M. Wye Williams était considéré comme le père de l'industrie des machines à vapeur de Liverpool. Il faisait partie de l'Institution d'architecture navale et de la Société des ingénieurs civils de Londres. Plusieurs journaux spéciaux anglais ont exprimé les regrets qu'il a laissés parmi les membres de ces deux sociétés savantes.

Qu'il nous soit permis de nous associer à ces regrets, car nous pouvons à bon droit considérer Wye Williams comme un des collaborateurs des *Annales du Génie civil*, ce recueil ayant publié, avec l'autorisation de l'auteur, d'abord l'analyse d'un nouvel ouvrage qui est le complément du premier, et qui est intitulé : *Relations entre la chaleur et la vapeur d'eau*, ou *Considérations nouvelles sur la vaporisation, la condensation et les explosions* [2]; ensuite, un travail très-complet *sur les moyens de prévenir les effets nuisibles de la fumée* [3].

E. LACROIX.

1. Ce rapport a été publié *in extenso* dans les *Annales du Génie civil*, sous le titre de : *Avantages des grilles courtes sur les grilles longues dans les chaudières tubulaires à retour de flamme.* (3e année, page 20.)

2. *Annales du Génie civil*, 1re année, deuxième partie, pages 267 et 355.

3. *Idem*, 2e année, deuxième partie, pages 201, 235, 285 et 337. (Cette analyse et cette traduction sont également dues à M. Bona Christave.)

# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

**MÉTAUX** (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 215 | » |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 203 | 75 |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 210 | » |
| Étain Banca | 211 | 25 |
| — des détroits | 205 | » |
| — anglais | 210 | » |
| Plomb brut de France | 51 | » |
| — d'Espagne | 52 | » |
| — d'Angleterre | 52 | » |
| Zinc brut de Silésie | 58 | » |
| Autres provenances | » | » |

**MARSEILLE** (entrepôt).

| | | |
|---|---|---|
| Aciers de Suède, n° 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, n° 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |

**SAINT-DIZIER.**

| | | |
|---|---|---|
| Fontes au bois | 10 | » |
| Fers au bois | 220 | » |
| Fers métis | 210 | » |
| Fers au coke | 200 | » |

**PEINTURES.**

| | | |
|---|---|---|
| Colza brut (tous fûts) 100 kil. | 109 | » |
| — en tonne | 108 | 50 |
| — épurée | 116 | 50 |
| Lin brut (tous fûts) | 98 | » |
| OEillette commune (hectolitre) | 107 | » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 | » |

**PRODUITS CHIMIQUES** (les 100k à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 47 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 48 | » |
| — — 36 | 39 | » |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 9 | » |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 | » |
| Nitrate de potasse brut | 58 | » |
| — raffiné | 66 à 68 | |
| Nitre benzine | 1 | 90 |
| Sel de soude (75 à 76) | 36 à 39 | |
| — (80 à 82) | 38 à 42 | |
| Sel d'étain | 205 | » |

**BOIS.**

| | | |
|---|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 | |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norwége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0034) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 | 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |

**MAÇONNERIE.**

(Paris, octroi, transport compris).

| | | |
|---|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | » | |
| — grasse | 11 | » |
| Ciment de Portland | 9 | 50 |
| Ciment façon de Portland | » | |
| Briques creuses (le mille) | 55 | » |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.



# ÉTUDE

SUR

# L'APPAREIL IMPRIMEUR DE M. HUGHES

Par M. **BLAVIER**, inspecteur des lignes télégraphiques.

---

**1. Principe de l'appareil.** — Chaque appareil comprend trois axes distincts qui sont mis en mouvement par le même mécanisme d'horlogerie.

Sur l'un des axes est fixée la roue des types;

Le second, qui constitue le manipulateur, est vertical et porte un bras horizontal tournant, avec la même vitesse angulaire que la roue des types, au-dessus d'un disque percé de trous disposés circulairement. Chaque trou est traversé par une lame métallique, ou *goujon*, qui est en relation avec une des touches d'un clavier. Ces goujons sont reliés au pôle de la pile, et le bras horizontal, qu'on nomme le *chariot*, au fil de la ligne. Quand on abaisse une touche, le goujon correspondant se soulève, et, au moment où le chariot passe au-dessus, un contact métallique s'établit, le courant est envoyé sur la ligne.

Le troisième axe est destiné à produire l'impression et n'est mis en mouvement qu'au moment où le courant traverse l'électro-aimant. Il porte des cames dont l'une soulève un petit marteau cylindrique, et l'applique contre la roue des types; une seconde came le fait tourner après l'impression et fait avancer le papier.

Malgré l'intermittence du mouvement de l'axe imprimeur, celui du chariot et de la roue des types n'est pas altéré, grâce à l'addition d'un volant qui emmagasine la force vive, et d'un régulateur à lame vibrante.

Deux appareils identiques sont placés aux extrémités d'une ligne, et les axes sont animés d'un égal mouvement de rotation.

L'impression a toujours lieu, du reste, au point de départ en même temps qu'au point d'arrivée, afin que les conditions mécaniques des deux appareils soient identiques.

La roue des types n'est pas calée sur son axe; elle peut se déplacer en tournant sur elle-même au moment où l'axe imprimeur soulève le marteau. Une came spéciale s'engage entre les dents d'une roue dentée, dite *roue correctrice,* qui tient à la roue des types, et fait avancer ou reculer cette

dernière sans rompre sa liaison avec le rouage moteur, de façon à amener un caractère en face du marteau. La concordance entre les appareils placés aux deux extrémités de la ligne se trouve ainsi rétablie à chaque impression, pourvu que l'écart ne dépasse pas la moitié de l'espace qui sépare deux lettres.

Il fallait, de plus, pouvoir établir promptement l'accord entre les appareils en communication, quand il est rompu par une circonstance accidentelle. Arrêter le moteur aux deux stations eût été impraticable, car le mouvement n'est régulier et uniforme qu'au bout d'un instant, quand il a

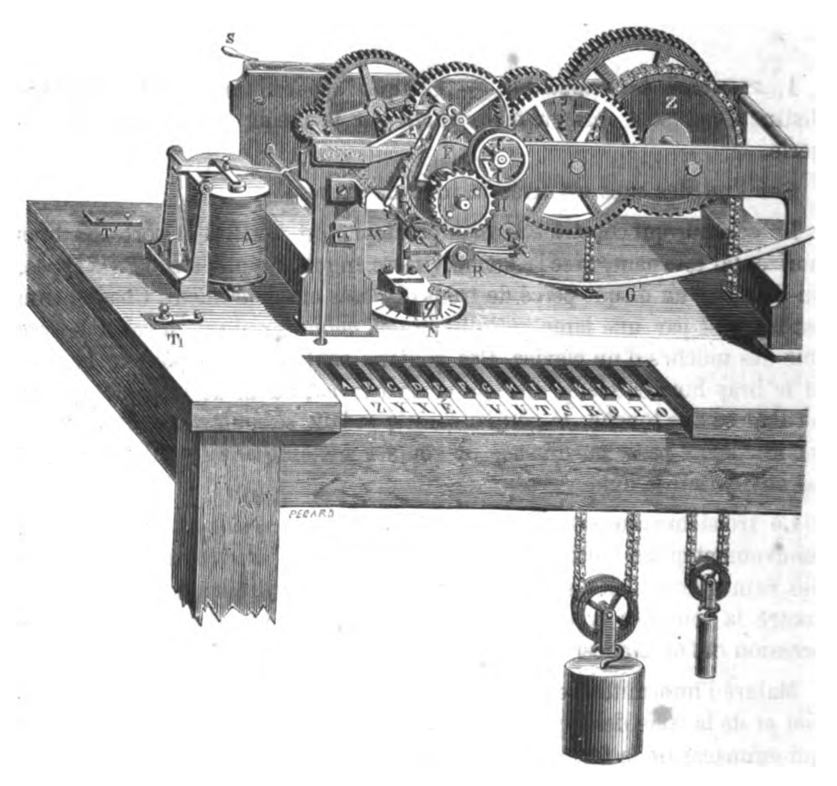


Fig. 42.

atteint sa vitesse normale. La roue des types peut être arrêtée isolément dans une position fixe, toujours la même, telle, par exemple, que le caractère qui correspond au blanc, ou à la croix, se trouve au-dessus du marteau ; le premier courant qui arrive dans l'électro-aimant la met aux prises avec le moteur.

Chaque transmission commence par l'abaissement de la touche qui représente le signal de convention, blanc ou croix ; le courant envoyé, au

passage du chariot sur le goujon correspondant, fait partir la roue qui se trouve ainsi d'accord avec le manipulateur.

La roue des types tourne avec une grande vitesse. Si le marteau était terminé par une surface plane, il en résulterait un frottement nuisible à la netteté de l'impression, aussi est-il remplacé par un petit cylindre qui, au

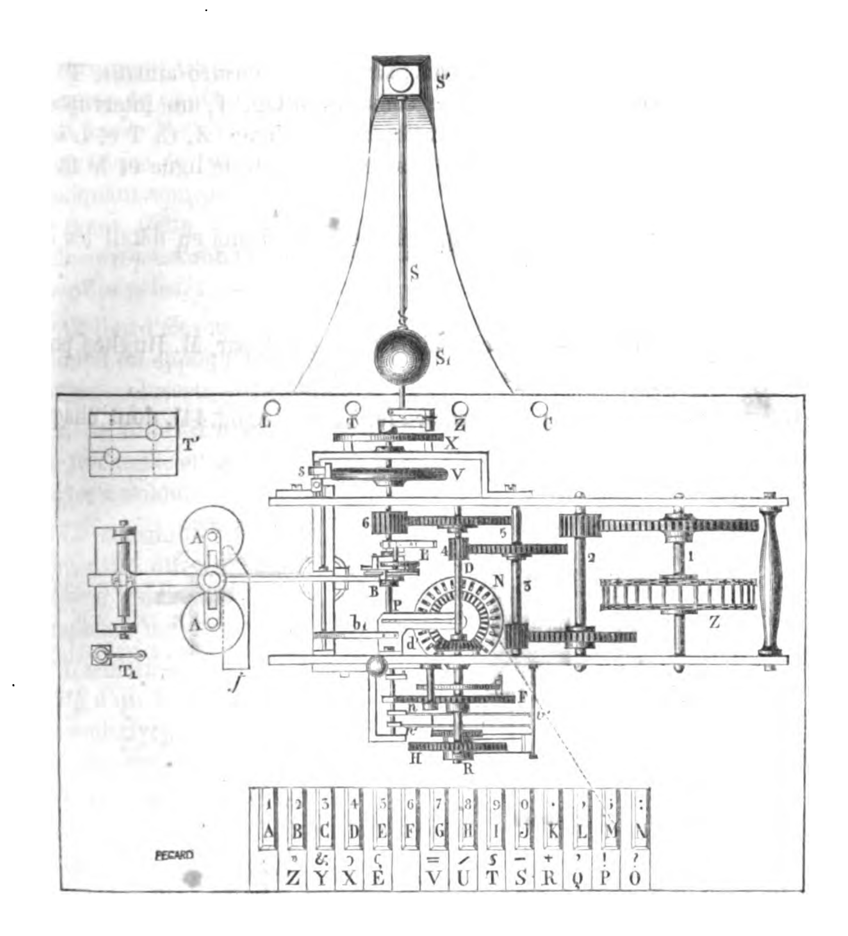



Fig. 43.

moment où il se soulève, est, par une disposition spéciale, animé d'un mouvement de rotation contraire à celui de la roue des types. L'impression a donc lieu, comme l'envoi du courant, sans aucun arrêt des rouages.

La figure 42 montre une vue d'ensemble de l'appareil, et la figure 43 une projection horizontale [1].

[1] Dans ces deux figures et dans toutes les suivantes, relatives à l'appareil Hughes, les mêmes lettres représentent les mêmes objets.

La roue Z reçoit directement le mouvement du moteur, et le transmet, par les mobiles 1, 2 et 3, à l'axe D de la roue des types, à l'arbre vertical du chariot et à l'axe imprimeur P. Tous les rouages sont supportés par deux montants.

En avant, se trouve le clavier portant sur chaque touche une des lettres de l'alphabet; elles correspondent à des goujons disposés circulairement sous le disque N. *g* est le chariot, H la roue des types, F la roue correctrice, R le cylindre imprimeur ou marteau, A l'électro-aimant, T′ un commutateur qui sert à modifier la communication, $T_1$ un interrupteur qui permet de couper la communication avec la ligne. Z, C, T et L sont les bornes auxquelles on attache les fils de pile, le fil de ligne et le fil de terre.

Avant d'indiquer le jeu de l'appareil, nous décrirons en détail les diverses parties dont il se compose.

2. **Électro-aimant.** — L'électro-aimant employé par M. Hughes pour son appareil imprimeur n'a pas la forme ordinaire.

Il comprend un aimant permanent en fer à cheval A (fig. 44), dont chaque

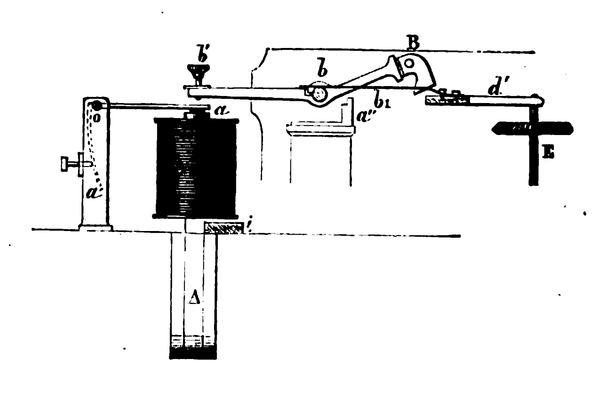



Fig. 44.

branche est surmontée d'un cylindre de fer doux entouré de fil recouvert.

Une petite armature en fer doux, *a*, fixée à l'extrémité d'un levier mobile autour du point *o*, est maintenue au contact par le magnétisme que l'aimant communique au fer doux. Elle tend à se soulever sous l'action d'un ressort de rappel *a′* qu'on tend plus ou moins à l'aide d'une vis.

Si le courant traverse le fil de l'électro-aimant de façon à développer une aimantation contraire à celle qui est due au contact de l'aimant, il diminue l'attraction; l'armature *a* s'éloigne quand la force répulsive du ressort *a′* l'emporte. Aussitôt qu'elle a quitté l'électro-aimant, elle se meut

rapidement sous l'action seule du ressort *a'*, l'attraction magnétique diminuant rapidement avec la distance.

L'intensité du courant nécessaire pour faire marcher l'appareil dépend donc de la différence entre la force attractive magnétique et la force répulsive due à la tension du ressort de rappel. Si la première est représentée par M et la seconde par N, la force que devra développer le courant dans l'électro-aimant sera M—N. Cette différence représente la sensibilité de l'instrument. On peut l'augmenter, soit en tendant le ressort de rappel, à l'inverse de ce qui a lieu pour les autres électro-aimants, de façon que les deux forces M et N soient à peu près égales, soit en diminuant la puissance magnétique de l'aimant, c'est-à-dire la force M, ce qu'on peut réaliser en appliquant contre les deux branches de l'aimant permanent un barreau en fer doux. Cette lame neutralise en partie la puissance magnétique, et son influence est d'autant plus grande qu'on l'élève davantage pour la rapprocher des pôles.

Au lieu d'élever ou d'abaisser le barreau en fer doux, on obtient le même résultat en appliquant au sommet des pôles de l'aimant une petite lame taillée en biseau, *j* (fig. 43).

Cette lame est tangente aux surfaces polaires de l'aimant, ou du cylindre de fer doux, et son influence varie suivant sa position, qu'on peut faire varier à volonté.

La sensibilité de l'instrument doit d'ailleurs être en rapport avec l'intensité du courant, comme dans tous les appareils [1]. On interpose en général une feuille de papier entre l'électro-aimant et l'armature, pour empêcher une trop grande adhérence des surfaces polaires.

L'armature en se soulevant vient rencontrer une vis *b'* placée à l'extrémité d'un levier *b'b*B, mobile autour d'un axe *b*, et qu'on nomme levier désembrayeur, car c'est son extrémité B qui, en s'abaissant, met l'axe imprimeur aux prises avec le mouvement d'horlogerie en dégageant une plaque d'échappement.

Il n'y a pas contact entre la vis *b'* et l'armature *a*, pour que cette dernière puisse acquérir une certaine vitesse avant de frapper la vis ; de plus, le contact de ces deux pièces produit une dérivation de courant qui ne doit pas exister à l'état de repos.

L'armature ne peut revenir d'elle-même au contact de l'électro-aimant quand le courant cesse, puisqu'elle se trouve à une certaine distance des pôles. Elle y est ramenée par le levier *b'b*B, dont l'extrémité B, après avoir dégagé l'axe imprimeur, est soulevée par un excentrique. La vis *b'* s'abaisse, appuie sur l'armature qu'elle applique contre l'électro-aimant, puis reprend la position de la figure.

[1] On verra cependant plus loin que les variations d'intensité ont moins d'influence qu'avec la disposition ordinaire des électro-aimants.



Ainsi qu'on le verra plus loin, l'extrémité B du levier supporte une plaque d'échappement qui tend à l'abaisser ; elle est maintenue dans sa position d'équilibre par un ressort $b_1$.

Ce ressort appuie sur un petit bras recourbé fixé à l'axe de rotation $b$, en avant du levier. Son extrémité opposée est arrêtée par deux vis à une sorte de petit pont $d'$, faisant corps avec le montant de l'appareil. L'une des vis maintient le ressort courbé et permet d'augmenter ou de diminuer sa tension.

Cette disposition de l'électro-aimant offre plusieurs avantages.

Avec la forme ordinaire, le mouvement de l'armature dépend de la force et de la durée du courant, tandis que pour l'électro-aimant de M. Hughes, aussitôt que le courant atteint l'intensité nécessaire pour vaincre l'attraction magnétique de l'aimant, l'armature s'éloigne et son mouvement est dû, non plus à l'action de l'électricité, mais au ressort de rappel $a'$ qui est toujours fortement tendu. Ainsi, quelle que soit l'intensité du courant, la force qui fait mouvoir l'armature est toujours la même.

De plus, par suite de l'équilibre presque instable qu'on peut obtenir entre la force attractive de l'aimant et la force répulsive du ressort antagoniste, on arrive à faire marcher l'appareil avec des courants infiniment faibles, qui ne produiraient, sur un électro-aimant ordinaire, qu'un effet insensible.

Pour éviter l'influence de la variation de l'intensité du courant, M. Hughes établit une communication entre l'une des extrémités du fil de l'électro-aimant et le levier $aa$ qui supporte l'armature, d'une part, entre l'autre extrémité et le levier $b'b$, de l'autre. Le contact entre ces deux leviers n'existe pas à l'état ordinaire, et le courant venant de la ligne traverse le fil de l'électro-aimant ; mais, aussitôt que l'armature $a$ est soulevée, elle touche la vis $b'$, et le circuit supplémentaire, qui n'offre aucune résistance, se ferme ; le courant cesse donc de passer par le fil de l'électro-aimant dès qu'il a produit son action sur l'armature.

La variation d'état magnétique de l'électro-aimant est ainsi sensiblement la même, quelles que soient l'intensité et la durée du courant, et la transmission n'est pas affectée par les changements que peut subir l'intensité, au moins dans de certaines limites.

3. **Manipulateur.** — Le manipulateur comprend un arbre vertical E (fig. 45) mis en mouvement, au moyen de deux roues d'angle, par l'axe D de la roue des types ; ces deux axes ont donc le même mouvement angulaire.

L'arbre E est divisé en deux parties isolées l'une de l'autre par un disque d'ivoire $d$. La partie supérieure E communique avec le fil de la ligne par un ressort qui appuie sur le sommet, et est fixé au pont $d'$ que traverse l'arbre ; la partie inférieure repose sur un piédestal E' qui est en communication avec la terre.

Un fort ressort à boudin que renferme ce piédestal, tend à soulever l'arbre, retenu d'autre part à son sommet, et à assurer sa communication avec le ressort supérieur, tout en lui laissant assez de jeu pour tourner librement.

A l'arbre E, est fixé un bras horizontal composé de trois pièces indépen-

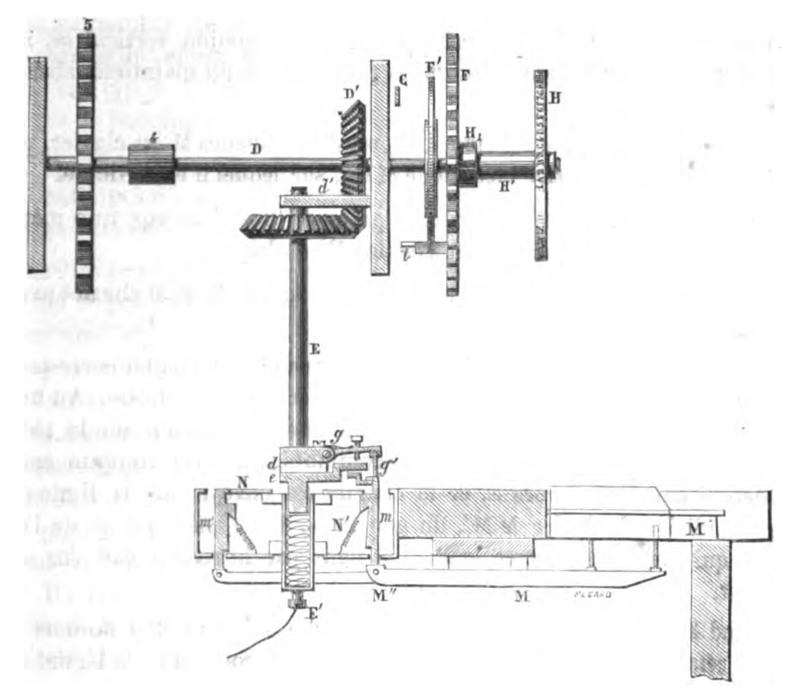



Fig. 45.

dantes, isolées les unes des autres par des lames d'ivoire, et dont l'ensemble constitue le chariot.

La première, *gg'*, qui tient à la partie supérieure de l'arbre par une articulation, est recourbée ; son extrémité *g'* tend à s'abaisser sous l'action d'un ressort. Elle est traversée par une vis qui la fait communiquer à la seconde pièce *e*, fixée elle-même à la partie inférieure de l'arbre.

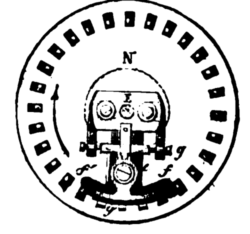


Fig. 46.

Quand la pièce supérieure *gg'* est soulevée, la communication est rompue entre le sommet E et la base de l'arbre, tandis qu'elle se rétablit dès que la pièce *gg'* s'abaisse.

Quant à la troisième partie du chariot qu'on voit en *ff'* (fig. 46), elle est placée au-dessous de la pièce *e*, dont elle est séparée par une lame d'ivoire, et ne joue qu'un rôle mécanique.

Le chariot tourne au-dessus d'un disque N percé de trous rangés circulairement. Ce disque forme le sommet d'une boîte annulaire N′ isolée par des rondelles d'ivoire ou de caoutchouc de l'arbre E et de son piédestal E′. La base de la boîte est également percée de trous, situés en regard de ceux du disque N.

A chacun des trous de la boîte N′ correspond un goujon vertical *m*, *m*′, dont le sommet est échancré, et qu'un ressort à boudin maintient abaissé à l'état ordinaire.

Chaque goujon est en relation avec une des touches M du clavier, par l'intermédiaire d'un levier métallique M M″, sur lequel il est articulé.

Les leviers basculent autour d'axes qui sont tous fixés sur une même plaque métallique communiquant avec le pôle de la pile.

Les sommets des goujons sont au niveau du disque N, et le chariot passe au-dessus sans le toucher.

Quand on abaisse l'une quelconque des touches, le goujon correspondant, *m*, se soulève et dépasse la surface supérieure du disque. Au moment où le chariot arrive en face, l'extrémité recourbée *g*′ de la pièce supérieure monte sur le sommet; la communication est rompue entre les deux parties de l'arbre E, et le courant est envoyé sur la ligne par l'intermédiaire du levier M M″, du goujon *m*, de la pièce *g*′*g* et de l'arbre E, qui communique avec le fil de la ligne par le ressort fixé sur son sommet.

Quand la pièce *gg*′ a dépassé le goujon, elle s'abaisse et le contact se trouve rétabli entre les deux parties de l'arbre. Le courant de la ligne, arrivant par l'arbre E, peut se rendre à la terre par le piédestal E′, après avoir traversé l'électro-aimant.

Le chariot joue donc le rôle d'un manipulateur ordinaire, la pièce *gg*′ établissant la communication de la ligne soit avec la pile, soit avec la terre.

La troisième pièce du chariot *ff*′ (fig. 46) est destinée à maintenir le goujon soulevé pendant tout le temps que la pièce de contact *g*′ passe au-dessus, alors même que la touche serait abandonnée par l'opérateur.

Cette pièce est une mince plaque d'acier arrondie à l'une de ses extrémités, *f*′, et terminée de l'autre côté, *f*, par une courbe qui s'avance sur le cercle des goujons.

Au moment où cette plaque arrive en face d'un goujon soulevé, elle s'engage dans l'échancrure; puis, quand le contact a eu lieu, la partie postérieure *f*′ repousse en arrière le goujon qui est entraîné par le ressort à boudin, et reprend sa position si la touche a été abandonnée; dans le cas où la touche est encore abaissée, l'épaulement du goujon auquel est fixé le ressort, n'étant plus arrêté par le disque, s'élève, et l'opérateur est averti par une secousse que le chariot a passé; il lève le doigt, le goujon

retombe en faisant basculer le levier M'M''; la touche se relève [1].

La durée du contact est toujours la même; elle dépend de la largeur de la pièce $g'$ et de la vitesse de rotation du chariot.

Le clavier est formé de touches alternativement blanches et noires; elles sont au nombre de 28 et portent les 26 lettres de l'alphabet; deux des touches n'ont aucun signe et correspondent à deux espaces blancs de la roue des types : le second blanc est destiné à la transmission des chiffres et signes de ponctuation, nous y reviendrons plus loin; pour le moment nous le supposerons remplacé par une lettre quelconque, W par exemple.

Les lettres se suivent dans l'ordre naturel en commençant par les touches noires et revenant par les blanches.

Les leviers sont disposés sous la planchette de façon que leurs mouvements soient indépendants les uns des autres; chaque goujon représente donc une lettre spéciale, et leur ordre est le même que celui des caractères en relief sur la roue des types.

4. **Axe de la roue des types.** — Cet axe est divisé en deux parties indépendantes; l'une D (fig. 45), tournant d'un mouvement continu, porte : un pignon, 4, qui reçoit le mouvement du moteur; une roue d'angle D', qui transmet le même mouvement à l'arbre vertical du manipulateur E; une roue dentée, 5, qui fait tourner rapidement l'axe imprimeur; enfin une roue à dents fines et serrées F' (le nombre des dents est de 200 environ).

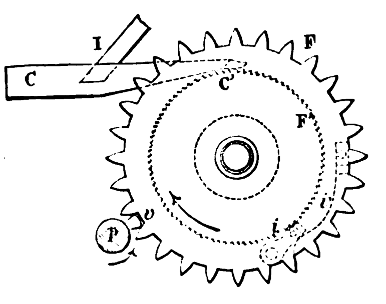


Fig. 47.

L'autre partie, H', est creuse et entoure l'extrémité de l'axe D; elle porte : 1° la roue des types H; 2° une roue dentée F dont les dents sont en nombre égal à celui des goujons et des touches, c'est la roue correctrice; enfin un manchon $H_1$ muni d'une encoche.

La liaison entre deux parties de l'axe, D et H', a lieu par l'intermédiaire de la roue à dents serrées F' et d'un large cliquet $i$. Ce cliquet, mobile autour d'un petit axe fixé à la roue correctrice F, est terminé par plusieurs dents qui s'engagent entre celles de la roue F' (fig. 47); cette dernière en tournant pousse le cliquet, qui transmet le mouvement à la roue

[1] La forme du goujon a été plusieurs fois modifiée. Dans ces derniers temps, on a supprimé l'échancrure et on l'a remplacée par un petit arrêt, placé dans la boîte annulaire, qui remplit le même office, de maintenir le goujon soulevé pendant le passage du chariot et de le laisser retomber quand la pièce $f'$ le repousse en arrière. Le goujon résiste mieux à la pression de la pièce $g'$ du chariot.

correctrice, et par suite à l'arbre creux H' et à la roue des types H ; un ressort i' assure la liaison en pressant l'extrémité du cliquet.

On arrête le mouvement de l'arbre creux H' au moyen d'une petite lame élastique, C C' (fig. 45, 47 et 48), dite *lame d'arrêt*, fixée au bâti de l'appareil, et terminée à son extrémité C' par un petit plan incliné, un peu en saillie.

Le cliquet *i* est muni à son extrémité d'un petit tourillon qui dépasse la roue F ; à l'état ordinaire, la lame CC' n'empêche pas le tourillon de passer, mais si on l'avance, en l'éloignant du bâti, son extrémité se trouve dans le champ du tourillon, et, au moment où ce dernier arrive en face, il monte sur le petit plan incliné C' en vertu de sa vitesse acquise et soulève l'extrémité du cliquet qui se dégage de la roue F'; cette dernière continue à tourner tandis que la roue correctrice F et l'arbre creux H' restent immobiles.

Si la plaque CC' reprend sa position, le tourillon devient libre, et le cliquet *i*, pressé par le ressort *i'*, retombe sur la roue F', s'engage entre les

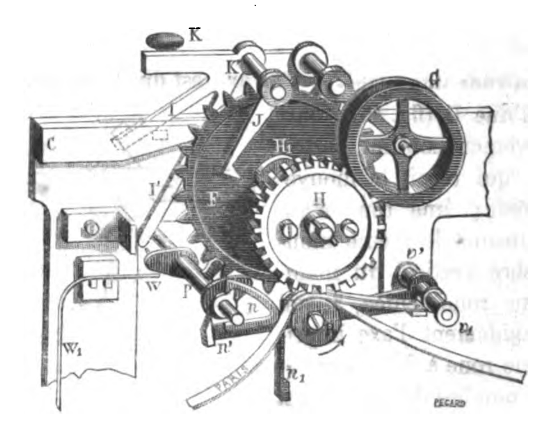



Fig. 48.

dents, et fait de nouveau participer au mouvement la partie antérieure de l'arbre.

C'est au moyen d'une petite pédale K (fig. 48) qu'on fait mouvoir la plaque CC' : quand on abaisse cette pédale, elle fait tourner un peu un petit axe K' qui porte trois leviers.

Le premier, I, s'engage derrière la plaque C, et l'avance en poussant un petit plan incliné.

Le second bras, J, est terminé par un crochet qui pénètre dans l'encoche du manchon $H_1$, au moment même où le tourillon du cliquet *i* (fig. 47) monte sur le plan incliné de la plaque CC'. L'arrêt est ainsi doublement assuré.

L'axe creux se trouve donc invariablement arrêté, et toujours dans la

même position; la roue des types est calée de façon que l'espace blanc se trouve alors au-dessus du marteau : c'est la position normale de l'appareil.

Si l'on soulève la pédale K, le bras J abandonne le manchon, et le bras I cesse d'écarter la plaque d'arrêt. Le cliquet retombe sur la roue H', et la roue des types se remet en mouvement.

Quant au troisième bras I', il a pour but de relever la pédale D et, par suite, d'opérer l'embrayage automatique de la roue des types, quand un premier courant traverse l'appareil.

La roue des types porte en relief sur son pourtour les mêmes caractères que le clavier. Un tampon G, fixé à l'extrémité d'un petit axe mobile, et imbibé d'encre oléique, imprègne constamment les caractères.

5. **Axe imprimeur.** — L'axe imprimeur est, comme celui de la roue des types, divisé en deux parties : l'une tourne constamment avec une grande vitesse; l'autre ne participe au mouvement qu'au moment où le courant traverse l'électro-aimant, et ne décrit qu'une seule révolution à chaque émission.

La première partie, L (fig. 49) reçoit le mouvement de l'axe de la roue des types par le pignon 6, elle porte le volant et le régulateur; elle est soutenue par un montant L', et est terminée par une roue de rochet l.

Quant à la deuxième partie de l'axe, P, elle pénètre par son extrémité dans la première et est soutenue en avant par un bras recourbé qu'on a supprimé dans les figures 42 et 48; elle porte, en avant du bâti de l'appareil, des cames destinées à effectuer les diverses fonctions de l'appareil, impression, correction, etc.

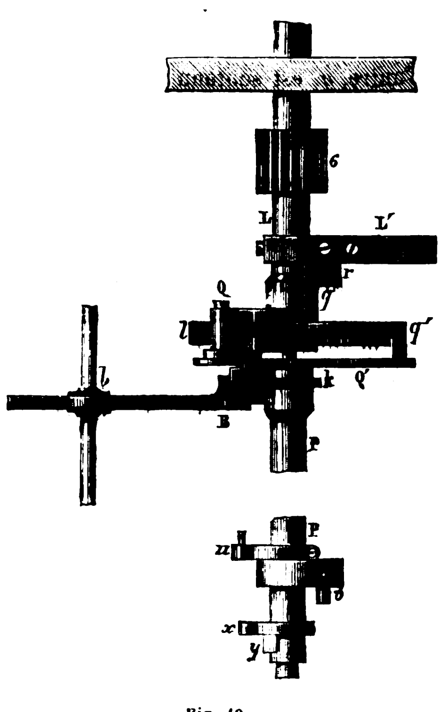



Fig. 49.

Les deux parties de l'axe sont liées, comme celles de la roue des types, par un cliquet et une roue dentée, mais la disposition est un peu différente, parce que le mouvement de la partie antérieure de l'axe n'est pas arrêté par une force étrangère, comme il arrive pour la roue des types; le désembrayage doit avoir lieu automatiquement après chaque tour.

La roue de rochet *l* (fig. 336 et 337), fixée à l'extrémité de l'axe L, tourne avec lui d'un mouvement uniforme et rapide. La seconde partie de l'axe P porte une pièce QQ' nommée *plaque d'échappement*, sur laquelle est fixé un large cliquet denté Q pressé par un ressort *q'*.

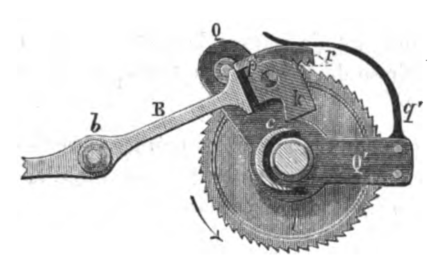



Fig. 50.

Quand l'extrémité du cliquet est abaissée, ses dents s'engagent entre celles de la roue *l*, et cette dernière, en tournant, entraîne le cliquet, la plaque Q', et par suite la partie antérieure de l'axe imprimeur.

Le cliquet porte deux appendices, *p* et *q*; le premier repose sur l'extrémité B du levier B*b*, que l'armature de l'électro-aimant met en mouvement. Ce levier est recourbé à angle droit à son extrémité et muni d'une encoche contre laquelle bute l'appendice *p*.

L'autre, *q*, est soutenu par une petite pièce *r* fixée au montant fixe L'. Cette pièce, en forme de coin, est formée de deux petits plans inclinés réunis à la partie supérieure.

A l'état de repos, l'appendice *q* repose sur la pièce *r*, qui se trouve sur le plan incliné de gauche et tend à glisser; mais l'appendice *p* appuie sur l'encoche du levier B et arrête la plaque d'échappement.

Dans cette situation, l'extrémité du cliquet se trouve soulevée et ses dents ne sont pas en prise avec celles de la roue dentée *l*, qui tourne sans entraîner la partie antérieure de l'axe.

Si le courant traverse l'électro-aimant, le levier B s'abaisse brusquement, l'appendice *p* devient libre, le cliquet est entraîné par son poids [1], l'appendice *q* glisse sur le plan incliné; le ressort *q'* pressant l'extrémité du cliquet, ses dents s'engagent entre celles de la roue *l*.

L'axe P exécute une révolution complète pendant laquelle il produit l'impression [2].

Pendant la rotation, un excentrique *c*, que porte la plaque Q', soulève en tournant l'extrémité inférieure *k* du levier et le ramène dans sa situation première. Il dépasse même un instant sa position d'équilibre, et c'est alors que la vis fixée à son extrémité opposée appuie sur l'armature pour rétablir le contact avec l'électro-aimant (fig. 44).

Quand l'axe P achève sa révolution, l'appendice *q* monte sur le plan incliné en vertu de sa vitesse acquise et passe même par-dessus le sommet

[1] On verra plus loin une autre action qui contribue à entraîner le cliquet.

[2] Par suite de la forme du levier *b*B, qui est recourbé (fig. 49), l'appendice *p* peut passer sans être arrêté quand le sommet B est abaissé.

du coin *r*, le cliquet se soulève et rompt la liaison entre les axes P et L, puis l'appendice *p* vient buter contre l'encoche du levier B que l'excentrique *c* a ramené à sa position première. Il y a donc arrêt de l'axe imprimeur jusqu'à ce qu'un nouveau passage du courant produise un nouvel abaissement du levier B.

Pour que ces diverses fontions puissent s'accomplir, il faut, en premier lieu, que le mouvement de rotation de la roue *l* soit très-rapide, afin que l'appendice *q* puisse franchir le plan incliné ascendant du coin *r* et dépasser le sommet par sa vitesse acquise. Quand les rouages tournent lentement, l'appendice *p* s'arrête sur le plan ascendant, les dents du cliquet restent aux prises avec celles de la roue *l*, le déclanchement ne peut plus avoir lieu, et les dents s'usent rapidement.

Le ressort *q'* ne doit pas être trop tendu, car il produirait le même effet.

Le levier B doit pouvoir résister au poids du cliquet au moment où l'appendice *q* vient buter contre l'encoche. Cette résistance est produite par le ressort $b_1$ (fig. 44).

Si la tension de ce ressort était trop faible, l'appendice *p* abaisserait chaque fois le levier en venant buter contre le ressort. et il n'y aurait pas arrêt.

Enfin l'électro-aimant doit, au moment où l'armature revient au contact, avoir perdu son magnétisme. S'il en était autrement, le levier s'abaisserait de nouveau et l'axe imprimeur exécuterait un nouveau tour.

6. **Impression, correction, etc.** — Les fonctions de l'axe imprimeur sont multiples. Il agit au moyen de cames qui lui font donner aussi le nom d'*arbre des cames*.

Les cames, outre l'excentrique *c* qui élève le levier B, sont au nombre de quatre, *u*, *v*, *x* et *y* (fig. 49). Les deux dernières produisent l'impression et font avancer le papier.

La bande de papier passe sur un petit tambour R (fig. 48) dont l'axe est fixé sur un levier *n*, mobile autour d'un axe $v'v_1$. Ce levier est terminé par une sorte de fourche dont la branche supérieure porte une pointe qui glisse sur l'arbre imprimeur. Quand ce dernier exécute une révolution, la came *y* (fig. 49) soulève brusquement la pointe, le levier *n* et le tambour R; le papier qui passe sur le tambour, contre lequel il est maintenu par deux ressorts plats laissant entre eux un petit intervalle, s'applique contre la roue des types et prend l'empreinte du caractère placé vis-à-vis. Deux petites rangées de dents empêchent le glissement.

Le tambour R est muni à son extrémité postérieure d'une petite roue dentée (voir fig. 43) entre les dents de laquelle s'engage un cliquet à ressaut $n_1$, fixé à une tige *n'* (fig. 48).

La tige $n'$, mobile également autour de l'axe $v$, $v'$, est soulevée par un ressort qu'on ne voit pas dans la figure. Son extrémité, recourbée, appuie sur l'axe imprimeur dans le plan de la came $x$ (fig. 49).

En tournant, cette came abaisse le levier $n'$ et le cliquet $n_1$ ; ce dernier fait tourner la roue dentée, le cylindre R, et avancer le papier. Quand la came a passé, le cliquet à ressaut reprend sa position et passe sur une dent suivante de la petite roue dentée, qu'un ressort empêche de pouvoir tourner en arrière.

La came $y$, qui soulève le cylindre, est étroite et aiguë pour que le mouvement d'ascension soit rapide ; la came $x$ destinée à faire tourner le cylindre est disposée en hélice ou en colimaçon, elle agit pendant tout le temps que dure la rotation de l'axe imprimeur. Le cliquet s'abaisse donc peu à peu en faisant tourner le cylindre R.

La forme de la courbe de la came $x$ est déterminée de façon que l'action combinée de deux leviers $n$ et $n'$ communiquent au cylindre, au moment de l'impression, un mouvement angulaire à peu près égal à celui de la roue des types, de sorte que les caractères ne frottent pas sur le papier.

La came $y$ est terminée par une petite surface plane ; au moment où l'axe P a achevé sa révolution et où la plaque d'échappement est arrêtée, cette surface se trouve en face de la pointe du levier $n'$ et est pressée par elle avec une certaine force.

Cette pression tend donc à faire tourner l'axe P et contribue avec le poids du cliquet à faire glisser l'appendice $q$ (fig. 49) sur le plan incliné de la pièce $r$ au moment du déclanchage.

La came $v$ est destinée à faire mouvoir la roue des types de façon à amener toujours un des caractères en face du cylindre imprimeur : on la nomme *came correctrice*. Quand l'axe P exécute une révolution, cette came, qui est arrondie, s'engage entre deux dents de la roue correctrice F (fig. 47) et la fait avancer ou reculer. Cette dernière transmet le mouvement à l'arbre creux H' et à la roue des types H (fig. 45).

Si, en pénétrant entre deux dents, la came tend à pousser la roue en avant, c'est-à-dire à accélérer le mouvement, le cliquet $i$ (fig. 47) glisse sur les dents de la roue dentée et avance un peu.

Si, au contraire, la came tend à faire tourner en arrière la roue correctrice, comme le cliquet ne pourrait reculer sans briser les dents, c'est la roue dentée F' elle-même qui recule. Cette roue n'est pas calée directement sur l'axe moteur ; elle est formée d'un disque annulaire, denté sur sa circonférence et retenu entre deux plaques fortement serrées. Deux lanières de cuir interposées établissent une forte adhérence et permettent cependant au disque de tourner un peu sur lui-même.

Si la came correctrice pousse la roue F en sens contraire du mouvement,

le cliquet *i* réagit sur les dents de l'anneau F′ et le fait reculer sans rompre sa liaison avec le moteur.

Le mouvement de la roue correctrice en avant, et surtout celui du disque annulaire en arrière exigent une assez grande force, et produisent dans l'appareil des soubresauts violents qu'on doit éviter en rendant les mouvements des deux récepteurs aussi synchroniques que possible.

Pour pouvoir résister aux chocs qu'elle reçoit à chaque instant, la roue correctrice doit être en acier trempé. La came correctrice éprouve aussi une grande fatigue et doit être changée fréquemment ; au lieu d'être directement fixée sur l'axe imprimeur, elle est engagée dans une sorte de boîte et est tenue par une vis qui permet de l'enlever et de la remplacer aisément quand elle est usée (fig. 49).

La came *u* (fig. 49) a pour fonction d'opérer l'embrayage de la roue des types, quand cette roue a été arrêtée à l'aide de la pédale K (fig. 48).

Le bras I′ est alors abaissé, et, quand l'axe P exécute sa première révolution, il est soulevé par un petit tourillon que porte la came *u*. L'axe K′ tourne un peu sur lui-même, les deux bras I et I′ se relèvent, et la liaison se trouve établie entre les deux parties de l'axe de la roue des types, ainsi qu'il a été expliqué plus haut.

7. **Mouvement d'horlogerie, régulateur.** — Le moteur doit être assez puissant pour donner une grande vitesse de rotation en même temps qu'une grande régularité, malgré le jeu intermittent de l'axe imprimeur. Un ressort ordinaire serait insuffisant. Le moteur est un poids pesant de 50 à 60 kilogrammes, et qui emploie 10 minutes à descendre de $1^m,10$, limite ordinaire de sa course.

Le poids glisse sur une chaîne sans fin qui passe sur la roue à crans Z (fig. 43) et sur une roue de rochet placée sous la table. On fait mouvoir cette dernière en agissant avec le pied sur une pédale pour remonter le poids ; en arrivant au sommet de sa course, il rencontre un butoir et fait mouvoir un marteau qui, en frappant sur un timbre, avertit l'opérateur.

La roue Z fait tourner, ainsi qu'on l'a vu, les axes 1, 2, 3, l'axe de la roue des types et l'axe imprimeur.

A l'extrémité de ce dernier, qui tourne avec une vitesse d'environ 700 tours par minute, est fixé un volant V (fig. 43) qui contribue à maintenir le mouvement uniforme malgré les résistances accidentelles dues à l'impression et à la correction.

Un frotteur, qu'on presse contre le volant en abaissant un petit levier S, fait office de frein et sert à arrêter complétement le mouvement.

Le volant régularise la vitesse, mais il ne permet pas de la modifier à volonté pour obtenir aux deux extrémités d'une ligne un même mouvement de rotation.

Un régulateur à ailettes serait insuffisant ; on pourrait avoir recours au

pendule, mais ses oscillations sont en général trop lentes, eu égard à la vitesse de la roue des types, pour permettre un réglage rapide.

Dans ses premiers appareils, M. Hughes employait pour régulateur une lame vibrante fixée au sommet d'une ancre d'échappement. Une roue d'échappement calée sur l'axe de la roue des types faisait osciller l'ancre et vibrer la lame. Les vibrations d'une lame élastique étant isochrones, on obtenait ainsi un mouvement parfaitement régulier qu'on pouvait accélérer ou ralentir en faisant mouvoir un petit curseur le long de la lame vibrante pour rendre les vibrations plus ou moins rapides.

Ces lames se brisaient souvent et l'on a dû y renoncer. Elles produisaient, en outre, un bruit très-intense, pénible pour les employés.

La rupture des lames vibrantes était due aux variations subites qu'éprouvait l'amplitude des oscillations, au moment où l'axe imprimeur exécutait sa révolution en absorbant une partie de la force.

Dans les nouveaux appareils, le régulateur est encore une lame vibrante, mais les vibrations sont circulaires.

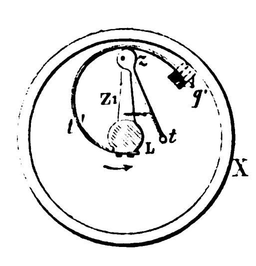


Fig. 51.

La lame vibrante, S, est encastrée dans une pièce fixe S' (fig. 43) située en arrière de l'appareil; elle porte une boule de cuivre $S_1$ faisant office de curseur, qu'on peut avancer ou reculer au moyen d'un fil de fer, en tournant une vis appliquée à la pièce S'. Son autre extrémité traverse librement un petit anneau *t* (fig. 51) situé sur un petit bras *zt*, lequel est terminé de l'autre côté par un excentrique *z*. Cet excentrique est lui-même mobile à l'extrémité d'un levier $Z_1$ calé sur la prolongation de l'axe imprimeur L.

L'excentrique *z* agit sur un fort ressort *t'* fixé sur l'axe L et muni, à son extrémité, d'un frotteur *q'* qui appuie sur la circonférence intérieure d'un large tambour en cuivre X.

Lorsque le moteur de l'appareil ne fonctionne pas, le bras *zt* recouvre le levier $Z_1$; quand les rouages sont en mouvement, l'axe imprimeur L fait tourner le levier $Z_1$ qui entraîne l'excentrique, le bras *zt* et la lame vibrante.

L'action de la force centrifuge sur la boule S' (fig. 43) écarte l'extrémité de la lame de l'axe de rotation : le bras *zt* et l'excentrique *z* s'inclinent; ce dernier réagit sur le ressort *t'* et le frotteur *q'*, dont la pression sur la roue X augmente.

La régularité du mouvement résulte d'abord des vibrations de la lame qui sont sensiblement isochrones, et, en outre, de l'action du frotteur, car si le mouvement s'accélère ou se ralentit, l'excentrique agit sur le ressort et la pression du frotteur augmente ou diminue.

Le frotteur a surtout pour effet d'empêcher la rupture de la lame vibrante. Si, en effet, pendant que l'axe imprimeur exécute sa révolution, les vibrations de la lame deviennent moins étendues, la pression du ressort diminue aussitôt et empêche un trop brusque changement. C'est lui qui, en quelque sorte, subit l'influence des variations de la vitesse.

Pour faire varier la vitesse de rotation, il suffit de faire mouvoir la boule en tournant la petite vis fixée à la pièce S′ (fig. 43).

Plus la boule est rapprochée du point d'encastrement S′, et plus le mouvement est rapide. Il diminue, au contraire, quand la boule se rapproche du disque creux X.

8. **Marche de l'appareil.** — Après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, on comprendra aisément le jeu de l'appareil Hughes.

Imaginons deux instruments semblables, éloignés l'un de l'autre, reliés par un fil conducteur, et supposons qu'on soit parvenu à rendre les mouvements à peu près synchroniques.

Les poids sont remontés, l'axe vertical du manipulateur tourne d'un mouvement uniforme et parcourt, aux deux postes, la circonférence dans le même temps.

A chacun des postes, on a arrêté la roue des types en abaissant la pédale K (fig. 48); l'espace blanc se trouve au-dessus du marteau; la partie pleine de l'axe de la roue des types D (fig. 45) tourne seule.

Quant à l'axe imprimeur, la portion antérieure, qui porte les cames, est immobile; l'autre partie, avec le volant et le régulateur à lame vibrante, tourne rapidement.

L'employé qui veut transmettre appuie d'abord sur la première touche, *blanc*. Au moment où le chariot arrive au-dessus du goujon correspondant, l'extrémité de la pièce $gg'$ (fig. 45) se soulève, et le courant passe du goujon à la partie supérieure de l'arbre $t$, traverse l'électro-aimant et se rend sur la ligne.

En traversant l'électro-aimant, le courant neutralise l'action attractive de l'aimant permanent A (fig. 44); l'armature, repoussée par le ressort $a'$, soulève vivement la vis $b'$ et fait basculer le levier $b$B.

La plaque d'échappement QQ′ (fig. 49) est dégagée, l'appendice $q$ glisse sur le plan incliné de la pièce $r$, et les dents du cliquet Q s'engagent entre celles de la roue dentée $l$; l'axe P exécute une révolution rapide.

Le cylindre R (fig. 48) est soulevé et vient toucher la roue des types; mais le papier ne reçoit aucune impression, puisque à ce moment l'espace vide se trouve au-dessus. Il retombe et tourne un peu sur lui-même en faisant avancer le papier sous l'action du cliquet à ressaut $n_1$.

Le tourillon de la came $u$ pousse en même temps le bras I, fait tourner

l'axe K' (fig. 48), et produit l'embrayage de la roue des types, à l'instant où le cylindre R est soulevé.

La roue des types commence donc à tourner, et son mouvement persiste jusqu'à ce qu'on l'arrête de nouveau en abaissant à la main la pédale K.

L'excentrique *c* (fig. 50) soulève en tournant l'extrémité B du levier et ramène l'armature au contact de l'électro-aimant; puis, l'axe imprimeur achevant sa révolution, l'appendice *q* du cliquet monte sur la pièce *r*, l'appendice *p* vient buter contre le sommet du levier B, et la liaison avec le moteur est rompue.

En résumé, cette première émission de courant a eu pour effet de mettre la roue des types en marche et d'accord avec le chariot, à part un retard constant, dû à ce qu'il s'écoule un petit intervalle de temps entre le moment du passage du chariot sur un goujon soulevé et celui où le cylindre porteur du papier arrive au contact de la roue des types; c'est une constante pour chaque appareil qui dépend de la vitesse relative des axes, et aussi de l'intensité du courant, qui fait marcher plus ou moins rapidement l'armature.

Si l'on abaisse une seconde touche, celle par exemple qui porte la lettre T, le courant est envoyé de nouveau au moment du passage du chariot sur le goujon correspondant à la touche T et traverse l'électro-aimant. L'axe imprimeur exécute une nouvelle révolution, soulève encore le cylindre porteur du papier; il est évident que le cylindre arrive contre la roue des types au moment même où la lettre T passe au-dessus, puisque le mouvement angulaire du chariot et de la roue des types est le même. La lettre T s'imprime donc et le papier avance.

L'abaissement d'une troisième touche produit le même effet, la lettre qu'elle porte s'imprime également et il en est de même pour toutes les suivantes.

Pour séparer les mots, on abaisse la première touche (*blanc*); elle fait avancer le papier sans produire d'impression.

En arrivant dans l'appareil, au poste qui reçoit, le courant traverse l'électro-aimant, l'axe vertical E (fig. 45), les pièces *g* et *e* du chariot et se rend à la terre par le piédestal E'. Le premier courant produit la mise en marche de la roue des types, qui se trouve ainsi d'accord, non avec le chariot de l'appareil où elle se trouve, mais avec celui du poste d'où part la transmission.

Il y a toutefois un retard constant provenant du jeu des diverses pièces, auquel s'ajoute un intervalle de temps variable avec la longueur de la ligne, et qui tient à ce que le fluide ne se transmet pas instantanément d'une extrémité à l'autre du conducteur.

Le second courant, produit par l'abaissement de la touche T, arrivant à son tour, fait de nouveau tourner l'arbre des cames, et amène le cylindre imprimeur au contact de la roue des types à l'instant même où la lettre T se

trouve vis-à-vis, si les deux mouvements sont parfaitement synchroniques.

S'il existe une petite différence, la came $v$ (fig. 47) s'engage, ainsi qu'on l'a vu, entre les dents de la roue F et fait avancer ou reculer l'axe creux sans rompre sa liaison avec le moteur, de façon à amener la lettre T en face du cylindre imprimeur.

Si la différence entre les deux mouvements était telle que, dans l'intervalle du passage du blanc à la lettre T, la roue des types eût avancé ou retardé, au poste qui reçoit, d'une quantité supérieure à la moitié de l'espace qui sépare deux lettres consécutives, c'est-à-dire de $\frac{1}{56}$ de tour, la came s'engagerait entre les deux dents précédentes ou suivantes de la roue correctrice, et ce n'est plus la lettre T qui s'imprimerait, mais la lettre S ou la lettre U. L'appareil devrait être réglé.

La troisième lettre s'imprime comme la lettre T, et toute la transmission se reproduit à l'appareil récepteur ainsi qu'à l'appareil transmetteur.

Si, à un moment donné, l'employé qui reçoit veut interrompre, il envoie le courant en abaissant une ou plusieurs touches ; les lettres qui s'impriment ne sont pas celles des touches abaissées, puisque le chariot de l'appareil n'est pas d'accord avec les deux roues des types, mais le correspondant est averti de l'interruption par l'introduction de signes étrangers et suspend la transmission. On abaisse, aux deux postes, la pédale K (fig. 48) pour arrêter les roues des types, puis la transmission reprend son cours, et est toujours précédée par l'abaissement de la première touche blanche.

Cette manœuvre de l'envoi du signe *blanc* après l'arrêt de la roue des types doit précéder toute transmission. Elle est analogue à celle qui, avec les appareils à cadran ordinaires, consiste à ramener à la croix l'aiguille du récepteur et le levier du manipulateur.

9. **Succession des signaux, vitesse de transmission.** — Lorsqu'un courant traverse l'électro-aimant pendant que l'axe des cames et la plaque d'échappement sont en mouvement, il ne peut produire aucun effet.

Les courants successifs envoyés pendant une transmission doivent donc se succéder à un intervalle au moins égal à celui de la durée d'une révolution complète de l'axe imprimeur.

Dans les appareils tels qu'on les construit actuellement, l'axe imprimeur tourne sept fois plus vite que le chariot et la roue des types. Lorsqu'il achève une révolution, le chariot a exécuté $\frac{1}{7}$ de tour et se trouve au-dessus du quatrième goujon suivant. Il faut, en outre, un petit arrêt pour le désembrayage de l'axe imprimeur.

Les touches qu'on abaisse successivement doivent donc être séparées par un intervalle de quatre touches au moins. Ainsi, après avoir transmis la lettre A, si l'on abaissait immédiatement les touches B, C, D ou E, les

lettres correspondantes ne seraient pas imprimées sur le papier. La première lettre qu'on puisse transmettre après A est F, après la lettre F la lettre K et ainsi de suite.

Si après la lettre A, on devait transmettre l'une des quatre suivantes B, C, ou D, E, il faudrait attendre que le chariot eût dépassé ces lettres pour qu'il ne pût rencontrer le goujon soulevé qu'au tour suivant.

Chaque mot exige donc pour être transmis un nombre minimum de tours de chariot.

Le mot *télégraphie* exige huit tours :

| | |
|---|---|
| 1er tour. . . . . . . . . . . . . . . | *t* |
| 2e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *e*, *l* |
| 3e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *e* |
| 4e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *g*, *r* |
| 5e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *a*, *p* |
| 6e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *h* |
| 7e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *i* |
| 8e tour. . . . . . . . . . . . . . . | *e* |

Le mot *Paris* exigerait trois tours. *Dintz* se transmettrait en un seul tour.

L'habileté de l'employé consiste à ne jamais laisser passer le chariot sans transmettre une nouvelle lettre, toutes les fois qu'il est possible. Si, par exemple, après avoir abaissé la touche *g* du mot *télégraphie*, il n'abaissait pas immédiatement la touche *r*, il ne pourrait le faire qu'au tour suivant. Non-seulement il y aurait perte de temps, mais encore l'appareil fonctionnerait moins bien, parce que les deux mouvements ne sont jamais parfaitement synchroniques.

Les légères différences de mouvement, insensibles pour une petite fraction de tour, s'accumulent, et leur somme, qui représente l'écart de position des deux roues des types, est d'autant plus grande que le temps qui s'écoule entre deux impressions est plus long.

La came correctrice qui rétablit l'accord éprouve donc d'autant plus de résistance que les impressions se succèdent à de plus grands intervalles, et elle produit les secousses nuisibles qui usent les organes de l'instrument.

Si on laissait passer plusieurs tours sans transmettre, l'écart des deux roues des types pourrait dépasser la moitié de l'espace qui sépare deux lettres; ce n'est plus la lettre transmise qui s'imprimerait, mais la précédente ou la suivante.

Par la même raison, lorsque la transmission doit être suspendue pendant quelques instants, pour une cause quelconque, lecture ou changement du texte, il importe, pour conserver l'accord entre les deux appareils, de ne pas interrompre l'envoi du courant; mais, afin de ne pas

introduire de signaux étrangers, on abaisse la touche blanche à chaque tour du chariot.

Lorsqu'on ne prend pas cette précaution, on est obligé d'arrêter les deux roues des types pour rétablir l'accord, avant de continuer la transmission, ce qui entraîne un retard. Le changement d'ordre dans la transmission nécessite aussi une mise au repère et occasionne une perte de temps ; aussi le rend-on le moins fréquent possible, en passant une série de dépêches, dix ou quinze par exemple, d'un seul trait dans le même sens.

L'opérateur abaisse d'avance les touches, d'après le texte qu'il a sous les yeux, en se servant des deux mains. Il a soin qu'elles soient toujours séparées les unes des autres par quatre touches; il lève le doigt aussitôt qu'il a senti, par une petite secousse, que le chariot passe sur le goujon correspondant.

10. Il existe une limite inférieure pour la vitesse de rotation des rouages de l'appareil Hughes, car la vitesse acquise joue un rôle pour le désembrayage de la roue des types et de l'arbre des cames. Il existe aussi une limite supérieure, à cause des fonctions mécaniques que doit remplir l'axe imprimeur : soulèvement du marteau, entraînement du papier, correction, etc.

Ces deux limites peuvent être évaluées pour les appareils ordinaires, l'une à 40 tours du chariot ou de la roue des types, par minute, et l'autre à 150 tours. La vitesse peut varier entre ces deux limites suivant la longueur des lignes, leur état, l'habileté des employés, etc.

Dans la pratique, la vitesse est, en général, de 110 à 120 tours par minute; on la dépasse rarement et elle peut convenir même pour des lignes aériennes de 400 à 500 kilomètres.

En partant de cette donnée, on peut aisément calculer la vitesse moyenne de transmission, ou le nombre de mots qui peuvent être envoyés dans l'unité de temps.

Nous avons vu que chaque lettre doit être séparée de la précédente par un intervalle d'au moins quatre touches, de sorte qu'après avoir envoyé une lettre, la suivante ne pourra être que la 5e $(4+1)$, 6e $(4+2)$....., ou enfin la 32e $(4+28)$.

Comme les lettres se suivent dans un ordre quelconque, la moyenne des intervalles qui séparent deux lettres consécutives est $\frac{5+32}{2}$ ou 18 1/2.

Ainsi, pendant un tour complet du chariot, on transmet en moyenne plus d'une lettre et moins de deux. La moyenne exacte est $\frac{28}{18,5}$ ou 1,54, ce qui donne, pour 120 tours du chariot exécutés pendant une minute, 185 lettres. Si la vitesse de rotation du chariot était de 150 tours, on aurait 231 lettres; avec 100 tours seulement, 154.

Chaque mot se compose en moyenne de six signes distincts, 5 lettres et un espace blanc ; on arrive donc, d'après le calcul précédent, à une moyenne de 31 mots par minute pour une vitesse de 120 tours ; pour 150 tours la vitesse serait de 38 mots, pour 100 tours 26 mots. La vitesse de 31 mots est atteinte facilement par les employés exercés.

11. **Sens du courant, interruption.** — L'électro-aimant de l'appareil Hughes ne peut fonctionner que lorsque le courant a un sens déterminé, tendant à diminuer l'action magnétique de l'aimant; quand il a une direction contraire, il augmente l'adhérence de l'armature, et ne produit aucun effet.

L'impression devant toujours avoir lieu simultanément aux deux postes, afin que les conditions soient identiques pour les deux appareils, le courant doit parcourir le fil conducteur de la ligne dans le même sens, quel que soit le poste d'où part la transmission. Si à l'un des postes le pôle négatif de la pile est relié avec la terre, c'est le contraire qui doit avoir lieu à l'autre poste, et la communication doit être établie en conséquence aux deux stations. Le commutateur T' (fig. 43) auquel aboutissent les fils de ligne et de terre, est destiné à permettre d'opérer facilement le changement des communications.

Chaque appareil reçoit tantôt le courant du poste où il se trouve, et tantôt celui du poste correspondant. Ces deux courants ne sont jamais égaux, surtout quand les lignes sont un peu longues et ont des dérivations.

Afin d'éviter les réglages continuels, M. Hughes a établi, ainsi qu'on l'a déjà expliqué (n° 3), une dérivation du courant à travers l'armature et le levier désembrayeur B (fig. 44), dérivation qui s'établit aussitôt que le courant a produit son effet.

Dès que le magnétisme développé dans l'électro-aimant atteint la limite nécessaire pour rendre l'action répulsive du ressort de rappel prépondérante, l'armature s'éloigne, ferme le circuit supplémentaire au contact du levier B, et le courant, pouvant suivre cette voie, qui n'offre aucune résistance, ne traverse plus le fil de l'électro-aimant.

L'aimantation du fer doux par le courant est donc toujours à peu près la même, quels que soient l'intensité et la durée du courant, et l'on a rarement à modifier la tension du ressort de rappel.

12. **Induction.** — Au moment où l'armature s'éloigne de l'électro-aimant au poste qui transmet, les pôles deviennent libres, et il se produit une perturbation magnétique qui développe dans le fil conducteur un courant induit ayant une direction contraire au courant de la ligne. Ce courant induit suit le courant de la pile et tend à le diminuer, mais, en général, il a peu d'influence, surtout quand le conducteur offre une certaine résistance.

Lorsque l'armature est ramenée au contact de l'électro-aimant par l'ex-

centrique de l'axe imprimeur, il se produit une nouvelle modification dans l'état magnétique de l'aimant, qui développe un courant de même sens que celui de la pile. Ce courant agit donc comme un nouveau courant envoyé par l'abaissement d'une nouvelle touche, au moment où l'arbre des cames achève sa révolution. Si la résistance de la ligne est considérable, son intensité est très-faible; mais, si la ligne est très-courte, ce courant fait mouvoir l'armature, qui, à peine arrivée au contact de l'électro-aimant, s'écarte et fait exécuter à l'arbre des cames une nouvelle révolution. On a ainsi, sans aucune intervention de la pile, un mouvement continu de l'axe imprimeur et une impression à chaque tour, par un effet analogue à celui des trembleurs; ce mouvement s'oppose à toute transmission.

Pour y remédier, on était obligé, dans le principe, sur les courtes lignes, d'ajouter des bobines de résistance, afin de diminuer l'intensité du courant d'induction; mais on a obtenu un résultat plus satisfaisant en empêchant complétement sa production.

Dans ce but, M. Hughes a ajouté à l'appareil un ressort W (fig. 48) qui, lorsque l'axe imprimeur est au repos, touche l'une des cames, la came correctrice; le courant doit traverser ce ressort pour arriver à l'électro-aimant.

Aussitôt que l'axe P commence à tourner, la came correctrice se sépare du ressort W, et le courant ne peut traverser l'électro-aimant qu'au moment où l'axe a achevé son tour complet. A ce moment, l'armature est déjà ramenée au contact, l'induction s'est produite, mais elle n'a pu développer de courant à cause de la rupture du circuit.

13. **Communications.** — Les diverses communications de l'appareil sont représentées dans la figure 52 où l'on voit deux postes X et Y en relation par un fil conducteur. Les parties de l'instrument qui jouent un rôle électrique sont seules représentées.

A chacun des postes, le pôle zinc de la pile est attaché à la borne Z, le pôle cuivre à la borne C, le fil de terre à la borne T, enfin le fil de ligne à la borne L.

Ces deux dernières communiquent, comme le montre la figure, aux lames inférieures du permutateur T' dont les lames supérieures sont, par des communications métalliques, en relation l'une avec le piédestal E' de l'arbre E du manipulateur et la borne Z, l'autre avec le fil de l'électro-aimant et l'axe O du levier de l'armature.

Le levier *b*B est lui-même en communication, par le massif de l'appareil, avec la partie supérieure de l'arbre vertical E, avec l'axe imprimeur P et, par suite, avec la came correctrice *v*.

Le ressort W, placé en face de la roue correctrice, est relié au fil de l'électro-aimant par l'intermédiaire de l'interrupteur $T_1$; enfin tous les leviers M', qui relient les touches aux goujons *m*, à la borne C.

Les chevilles des deux permutateurs T' sont placées différemment aux deux postes X et Y, comme l'indique la figure. Au premier, le pôle zinc communique avec la terre, et au second, il communique avec la ligne.

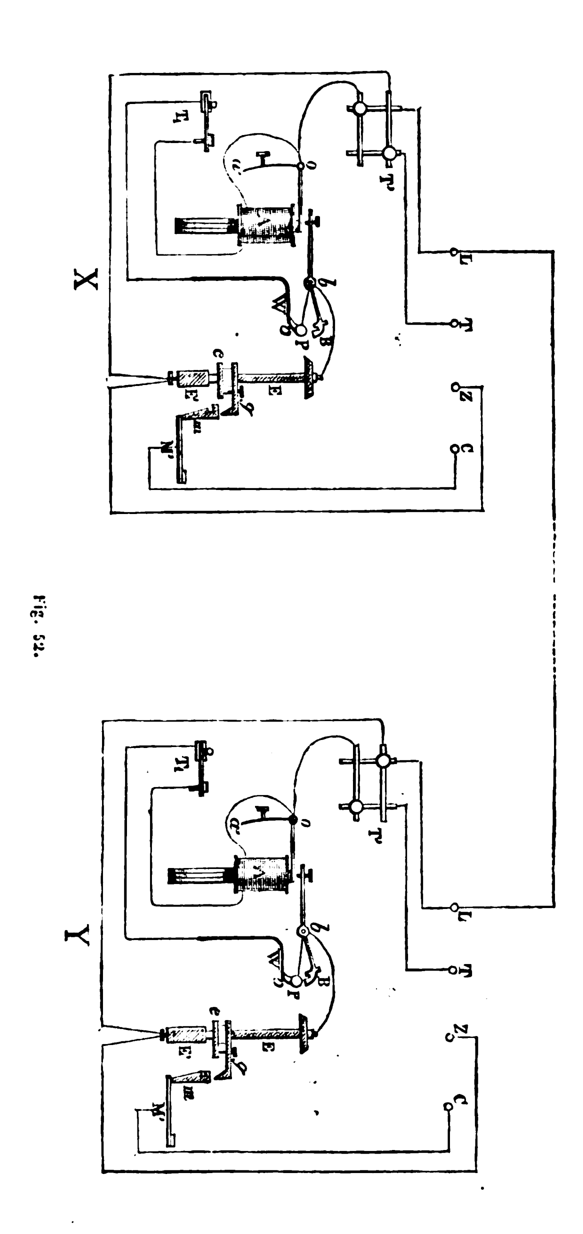



Fig. 52.

Si le poste X transmet, au moment où la pièce $g$ du chariot monte sur le goujon $m$, soulevé par l'abaissement d'une touche, le courant traverse le goujon, la pièce $g$, l'arbre E, le levier $b$, l'arbre P, la came correctrice $v$,

le ressort W, l'interrupteur $T_1$, le fil de l'électro-aimant A, le permutateur T', et se rend sur la ligne.

L'armature se soulève, vient rencontrer le levier désembrayeur, et aussitôt le circuit dérivé se ferme ; le courant passe par les leviers O et B*b*, sans traverser l'électro-aimant. Puis, un instant après, la came correctrice quitte le ressort W, ce qui ne modifie pas le trajet du courant, et empêche seulement le courant d'induction de se produire au moment où l'armature est ramenée au contact de l'électro-aimant. Quand l'arbre P achève sa révolution, la came *v* revient au contact du ressort W ; le chariot, de son côté, a quitté le goujon, et les communications primitives sont rétablies.

Au poste Y, le courant arrivant de la ligne en L traverse l'interrupteur T', le piédestal E' (il ne peut suivre la communication E' Z, la pile étant isolée), les pièces *e* et *g* du chariot, l'arbre E, l'axe *b*, l'axe P, la came correctrice *v*, le ressort W, l'interrupteur $T_1$, le fil de l'électro-aimant A, et se rend à la terre par le permutateur T' et la borne T.

Aussitôt que l'armature s'éloigne, le courant cesse de traverser l'électro-aimant et se rend directement à la terre en suivant le levier *b*B ; puis la came correctrice interrompt complétement le circuit de l'électro-aimant et empêche le courant d'induction de se développer.

Si la transmission part du poste Y, la marche du courant est analogue. Le pôle zinc de la pile communique au fil de la ligne, mais le pôle cuivre est isolé aux goujons *m*. Le courant ne passe donc qu'à l'instant où la pièce *g*, en rencontrant un goujon soulevé, établit la communication entre le pôle zinc et la terre par l'intermédiaire de l'arbre E, de l'axe P, de la came *v*, du ressort W, de l'interrupteur $T_1$ du fil de l'électro-aimant et du permutateur T'.

Au poste X, le courant, arrivant par la borne L, traverse l'électro-aimant, l'interrupteur $T_1$, le ressort W, l'axe P, l'axe *b*, l'arbre E, les pièces *g* et *e* du chariot, et se rend à la terre par le permutateur T'. L'effet produit aux deux postes est le même que dans le cas précédent.

14. **Réglage.** — Le réglage de l'appareil comprend deux opérations distinctes, le réglage de l'électro-aimant et de son armature suivant la force du courant, et celui du synchronisme.

On règle la tension du ressort de rappel à l'aide d'une vis, comme à l'ordinaire, en tendant ou détendant le ressort jusqu'à ce que le jeu de l'armature s'effectue régulièrement pendant que le correspondant envoie des courants successifs convenablement espacés.

On doit remarquer que le ressort doit être d'autant plus tendu que le courant est plus faible, et qu'on peut faire varier la sensibilité de l'appareil non-seulement par la tension du ressort, mais encore par la position qu'on donne à la lame de fer doux placée en regard des pôles de l'aimant (n° 2).

Du reste, par suite de la disposition qui consiste à opérer une dérivation du courant au moyen de l'armature et du levier désembrayeur, on arrive rapidement à obtenir une tension convenable, et les variations d'intensité ont peu d'influence.

Le réglage du synchronisme ne présente aucune difficulté.

L'un des correspondants dispose son appareil de façon que les roues aient une vitesse convenable, 120 tours de la roue des types par minute, par exemple, puis il transmet une des lettres qu'il répète à chaque tour du chariot.

A l'autre poste, si la même lettre se reproduit constamment sur la bande, on en conclut que pour chaque tour la différence entre les deux mouvements ne dépasse pas la moitié de l'espace qui sépare deux lettres consécutives, $\frac{1}{56}$ de tour, et que le synchronisme est suffisant, pourvu qu'on ne laisse pas dans le cours de la transmission le chariot exécuter plus d'un tour sans envoyer une lettre.

Si, au contraire, la même lettre ne se reproduit pas, mais si les caractères imprimés vont en avançant, c'est-à-dire si après l'A il vient un B, puis un C, un D, etc., le mouvement de la roue des types est plus rapide au poste qui reçoit qu'à celui qui transmet; on le ralentit en éloignant le curseur $S_1$ du point d'encastrement, au moyen de la vis S' (fig. 43).

Si les lettres se reproduisent dans l'ordre inverse, A, *blanc*, Z, Y, etc., on rapproche, au contraire, le curseur du point d'encastrement pour augmenter la vitesse.

On arrive, après quelques tâtonnements et sans même arrêter le mouvement, à obtenir constamment la même lettre à chaque tour.

Toutefois, le synchronisme n'est pas suffisant, car il peut arriver que le chariot exécute plus d'un tour sans qu'une lettre puisse être transmise. C'est ce qui a lieu, par exemple, si, après l'envoi d'une lettre A, on veut transmettre une des quatre suivantes, B, C, D ou E, ou bien si, par inadvertance, on laisse dépasser au chariot un goujon qui doit être soulevé.

Pour rendre le synchronisme plus parfait, on abaisse encore, au poste régulateur, une des touches du clavier, mais seulement une fois pour deux tours du chariot.

A l'autre poste, on règle le mouvement en faisant mouvoir le curseur de la lame vibrante, de façon que la même lettre se reproduise sur la bande. Quand le résultat est obtenu, la différence des deux mouvements ne peut plus être que $\frac{1}{56}$ pour deux tours, ou $\frac{1}{112}$ par tour. En répétant la même lettre une fois seulement pour trois tours du chariot et réglant de la

même manière la lame vibrante, la différence, pour chaque tour, est au plus de $\frac{1}{168}$, et ainsi de suite.

Dans la pratique, l'expéditeur envoie toujours la même lettre à chaque tour du chariot, et celui qui reçoit, après avoir réglé le synchronisme pour un tour, appuie le doigt sur l'armature et l'empêche de se soulever une fois sur deux, puis deux fois sur trois et ainsi de suite, et règle chaque fois le curseur. Ainsi qu'on l'a vu, les appareils fonctionnent d'autant mieux que le synchronisme est mieux réglé, car il y a moins de chance de désaccord, et l'axe imprimeur éprouve moins de résistance. On le règle sur trois tours au moins.

Quand le synchronisme est ainsi établi, avis en est donné par le poste qui reçoit le courant à l'autre station, par l'abaissement de quelques touches, puis la transmission commence après que la roue des types a été arrêtée aux deux postes.

On ne procède à un nouveau réglage que lorsque l'un des correspondants reconnaît, par l'irrégularité des transmissions, qu'il n'est plus suffisant; en général, il persiste très-longtemps (pendant des semaines entières). C'est, en effet, seulement par l'usure des pièces qu'il peut s'altérer, quand on ne touche pas au curseur, ou lorsqu'on veut changer la vitesse.

Avant de mettre un appareil en fonction sur une ligne, on doit s'assurer qu'il est en état de bien fonctionner. Il comporte un certain nombre de ressorts dont la tension ne doit pas dépasser certaines limites sous peine de nuire au jeu de l'instrument.

C'est ainsi que le ressort $b_1$ (fig. 44), qui s'oppose à l'abaissement du levier B, doit pouvoir résister à la pression de la plaque d'échappement sur le sommet B, sans cependant s'opposer à son mouvement; que les ressorts des cliquets de la roue correctrice et de la plaque d'échappement doivent être assez tendus pour assurer l'embrayage, sans empêcher le désembrayage, etc.

Le disque F' (fig. 45 et 47) qui sert de liaison entre l'axe plein de la roue des types et l'arbre creux, doit avoir assez de jeu pour pouvoir se déplacer, et cependant offrir assez de résistance pour entraîner la roue des types.

C'est seulement quand on s'est bien rendu compte du jeu des divers organes de l'appareil, qu'on peut apprécier les défauts qui peuvent entraver ou arrêter sa marche, et y remédier lorsqu'il y a lieu.

15. **Durée du courant.** — Le contact du fil de la ligne dure pendant tout le temps que la pièce *g* (fig. 46) du chariot passe sur le goujon soulevé; la durée dépend donc de l'étendue de cette pièce et de la vitesse de rotation.

Dans les appareils ordinaires, elle occupe une largeur égale à trois divisions du disque; ainsi l'émission du courant, pour une vitesse de 120 tours par minute, dure $\frac{60 \times 3}{120 \times 28}$ de seconde ou $0^s,053$. Avec une vitesse de 150 tours, la durée serait de $0^s,042$.

Après l'émission, le fil de la ligne se trouve en communication avec la terre, au poste de départ, et il y a décharge. Le courant de retour ne peut traverser l'électro-aimant que s'il dure encore au moment où l'axe imprimeur achève sa révolution, et comme il a une direction opposée à celle du courant qui fait marcher l'appareil, il n'a pas d'action nuisible; il tend, au contraire, à maintenir le contact de l'armature.

Au poste d'arrivée, le courant ne fait marcher le récepteur que lorsqu'il a atteint une limite d'intensité déterminée, variable suivant la tension du ressort de rappel.

La durée du contact doit être suffisante pour que l'intensité puisse atteindre cette limite ; il faut, en outre, que, pendant la durée de la révolution de l'axe imprimeur qui est de $0^s,07$ pour une vitesse de 120 tours par minute, le fluide ait le temps de s'écouler à peu près complétement.

Sur les lignes très-courtes, la charge et la décharge du fil conducteur sont à peu près instantanées; mais il n'en est pas de même sur les longues lignes, et il doit exister un certain rapport entre la longueur de la pièce de contact *g* et la vitesse de l'axe de rotation. Si le contact durait trop longtemps, la décharge ne serait pas suffisante, et le courant traverserait encore l'électro-aimant au moment du retour de l'armature sur le fer doux; s'il était trop court, le courant n'atteindrait pas la limite d'intensité nécessaire pour faire marcher l'appareil.

L'expérience a démontré que pour les lignes aériennes de 400 à 500 kilomètres, avec une vitesse de 100 à 120 tours par minute, la disposition adoptée actuellement, où la pièce de contact recouvre trois divisions du disque annulaire des goujons, est parfaitement suffisante.

On ne pourrait augmenter beaucoup la vitesse sans inconvénient.

Pour des lignes plus longues, de 600 à 700 kilomètres, on doit ralentir la vitesse, et la réduire à 90 ou 100 tours par minute.

L'appareil ne pourrait être employé sur de longues lignes sous-marines qu'à la condition d'être modifié de façon à pouvoir fonctionner avec une grande lenteur, 18 ou 20 tours de la roue des types par minute, par exemple. Le désembrayage de l'axe imprimeur exige une vitesse de 40 à 50 tours, mais M. Hughes, en changeant la disposition du plan incliné *r* (fig. 49), et en le rendant élastique, est parvenu à pouvoir réduire la vitesse à 3 ou 4 tours.

De plus, l'envoi d'un courant contraire après chaque émission facilitant



la décharge de la ligne, M. Hughes a réalisé l'envoi de ce courant, en divisant la pièce de contact du chariot en deux parties, l'une communiquant avec le pôle positif de la pile principale, l'autre avec le pôle négatif d'une pile de décharge; les goujons communiquent alors avec le fil de la ligne, ce qui entraîne un léger changement dans les communications.

Il est donc probable que l'appareil de M. Hughes réussirait également sur les lignes sous-marines.

Sur les lignes aériennes, quand la distance des points extrêmes est trop grande pour que le courant puisse arriver à l'extrémité de la ligne avec une intensité suffisante, on peut intercaler des relais en des points intermédiaires, mais il en résulte toujours une perturbation qui force à diminuer la vitesse, aussi s'en dispense-t-on autant que possible, ce que permet de faire, dans la plupart des cas, l'extrême sensibilité de l'appareil.

La vitesse de l'électricité éprouve sur les lignes aériennes des variations qui sont dues à des changements dans l'état atmosphérique aux divers points de la ligne, à l'augmentation ou à la diminution des dérivations, etc. Ces changements ne nuisent pas, en général, à la transmission, car ils sont assez lents. Quand le synchronisme entre deux appareils a été bien réglé, la marche de l'armature qui reçoit peut être un peu avancée ou reculée, pourvu que l'avance ou le retard ne dépasse pas le temps nécessaire au chariot pour parcourir la moitié de l'espace qui sépare deux divisions consécutives, c'est-à-dire 0s,009 pour une vitesse de 120 tours par minute.

Quant aux orages, ils peuvent produire l'introduction de quelques signaux étrangers sur la bande, mais ils n'interrompent pas la transmission.

16. **Reproduction des chiffres.** — L'appareil, tel que nous l'avons décrit, ne peut reproduire ni les chiffres ni les signes de ponctuation. On peut y suppléer par des tableaux conventionnels, en donnant une signification distincte aux lettres; mais alors la dépêche doit être traduite et recopiée. Il était donc utile de pouvoir faire imprimer tous les signes qui peuvent se rencontrer dans un texte.

On aurait pu arriver à ce résultat, en augmentant le nombre des touches du clavier et des goujons, en même temps que celui des divisions de la roue des types; cette solution eût changé toutes les conditions de l'instrument, et diminué notablement la vitesse de transmission.

M. Hughes a résolu le problème par une ingénieuse disposition consistant à donner un certain jeu à la roue des types, qui n'est pas invariablement liée à la roue correctrice.

Le nombre des touches, des goujons et des dents de la roue correctrice n'est pas changé, mais la roue des types est partagée en 56 divisions;

toutes celles de rang pair portent les lettres, et celles de rang impair les chiffres et signes divers, dans l'ordre où ils sont marqués sur le clavier (fig. 43), de sorte qu'après chacune des lettres est placé sur la roue des types le chiffre ou caractère inscrit sur la même touche.

La roue tournant toujours par fractions de $\frac{1}{28}$ de tour, si, lorsque le cylindre imprimeur est au contact de la roue, une division paire se trouve en face, on imprimera toujours les lettres en appuyant sur les touches du manipulateur.

Mais, si l'on déplace la roue des types d'un angle égal à $\frac{1}{56}$ de tour, et qu'elle reprenne sa marche, les signaux imprimés seront les chiffres et signes qui se trouvent inscrits sur les types de rang impair, jusqu'à ce qu'on ramène la roue à sa position première.

C'est en abaissant l'une ou l'autre des deux touches blanches du clavier qu'on donne à la roue des types le mouvement qu'elle doit prendre, lorsqu'on veut passer de l'impression des lettres à celle des chiffres ou signes.

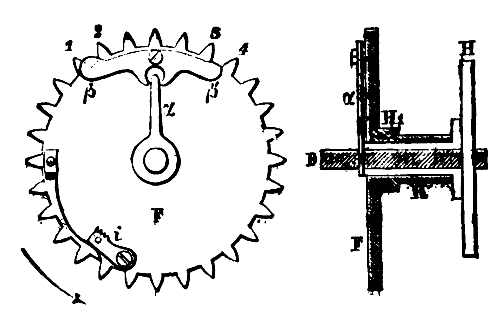


Fig. 53.

Ces deux touches correspondent à deux espaces vides sur la roue des types. Le premier se nomme *blanc des lettres*, et le second, *blanc des chiffres*.

La roue des types H n'est pas calée sur l'arbre creux qui entoure l'extrémité de l'axe D (fig. 53), mais sur un manchon qui enveloppe l'axe plein et qu'on voit en blanc dans la figure. Ce manchon est entouré par le cylindre creux fixé à la roue correctrice F.

On a ainsi trois axes superposés et indépendants, l'axe plein tournant d'un mouvement continu, le manchon qui supporte la roue des types et la cylindre creux fixé à la roue correctrice.

Le manchon traverse la roue correctrice et est terminé par un bras vertical α qui est engagé par son extrémité entre les deux branches d'une sorte de fourche fixée à un levier β β', mobile autour de son centre ; le moindre mouvement d'oscillation du levier ββ' fait incliner le bras α et tourner le manchon et la roue des types.

Le levier ββ' est terminé des deux côtés par deux surfaces courbes, et l'une ou l'autre des extrémités β ou β' dépasse toujours la partie pleine de la roue et s'avance entre deux dents.

La roue correctrice en tournant entraîne la roue des types par l'intermédiaire du bras $\alpha$ et du manchon.

En agissant sur l'une ou l'autre des extrémités $\beta$ ou $\beta'$, on fait tourner la roue des types de $\frac{1}{56}$ de tour, soit d'un côté, soit de l'autre.

Quand le côté $\beta$ s'avance entre les dents, les lettres s'impriment, tandis que ce sont les chiffres ou signes si le côté $\beta'$ dépasse la partie pleine de la roue.

C'est la came correctrice qui, en pénétrant entre les dents de la roue F, fait mouvoir le levier.

Avant toute transmission, la roue correctrice est arrêtée comme à l'ordinaire, et elle est disposée de façon que la came correctrice en tournant pénètre entre les dents 1 et 2.

Le premier courant, qui doit toujours être produit par l'abaissement de la première touche blanche (blanc des lettres), met la roue correctrice en mouvement, et enfonce, s'il y a lieu, l'extrémité $\beta$ du levier. Tous les signes suivants qui s'impriment sont des lettres.

Si l'on veut transmettre des chiffres, on abaisse la seconde touche blanche (blanc des chiffres), la came correctrice pénètre entre les dents 3 et 4, abaisse l'extrémité $\beta'$, fait osciller le bras $\alpha$ et tourner le manchon et la roue des types de $\frac{1}{56}$ de tour. Il n'y a pas eu d'impression sur la bande qui avance seulement un peu, mais la roue des types est déplacée, et tous les signes suivants imprimés sont les chiffres ou signes marqués sur les touches, au-dessus des lettres. On sépare, d'ailleurs, les groupes de la même manière, en abaissant la touche *blanc des chiffres*.

Quand on veut de nouveau transmettre des lettres, on abaisse la première touche, *blanc des lettres :* la came pénètre de nouveau entre les dents 1 et 2, fait basculer le levier $\beta\beta'$, la roue des types revient à sa position première, tous les signes imprimés sont des lettres.

La manœuvre est, du reste, identiquement la même que dans le cas où les lettres sont seules transmises.

C'est toujours le premier blanc qui correspond à la position d'arrêt de la roue des types, de sorte que si l'on veut commencer une transmission par des chiffres, il faut successivement abaisser les deux touches blanches, en commençant par la première.

17. **Emploi de l'appareil Hughes comme chronoscope.** — L'appareil imprimeur de M. Hughes peut être employé dans beaucoup d'expériences pour comparer des intervalles de temps très-courts. On enlève dans ce but la came correctrice, de sorte que la roue des types tourne toujours d'un mouvement uniforme sur son axe, sans avancer ni reculer à chaque impression.

Le papier peut donc recevoir l'empreinte, soit d'une seule lettre, soit de deux lettres incomplètes l'une et l'autre, la fin du B, par exemple, et le commencement du C.

On met l'appareil en marche comme à l'ordinaire, et la roue des types est placée de façon que s'il n'existe aucun circuit intermédiaire, quand on abaisse une des touches, la lettre correspondante s'imprime sur la bande.

Supposons maintenant qu'on intercale entre le manipulateur et le récepteur un fil conducteur d'une certaine longueur, l'électricité emploiera un certain temps à charger le fil, et ne produira le mouvement de l'armature qu'au bout d'un certain temps, variable suivant la longueur du fil, sa situation, son isolement, etc.

Ce n'est donc plus la lettre A qui s'imprimera, mais une des suivantes B, C, etc., ou bien deux lettres consécutives apparaîtront ensemble sur la bande, si le papier touche la roue des types au milieu de l'espace qui sépare ces deux lettres.

En supposant que la roue des types ait 28 divisions, qu'elle tourne avec une vitesse de 120 tours par seconde, la lettre B sera imprimée si le temps employé par l'électricité à parcourir la ligne et à produire son effet est de $\frac{1}{56}$ de seconde ; la lettre C, si le temps est de $\frac{2}{56}$ de seconde ; si les deux lettres B et C apparaissent ensemble, le temps sera $\frac{1}{56}+\frac{1}{112}$ de seconde ou $\frac{3}{112}$, et ainsi de suite. On peut donc apprécier le temps à $\frac{1}{112}$ de seconde près.

Si la roue des types a 56 caractères, lettres et chiffres, le temps peut être évalué à moins de $\frac{1}{224}$ de seconde près, et même davantage, en augmentant la vitesse, et en observant attentivement la façon dont les lettres sont reproduites.

L'appareil a été ainsi employé par M. Hughes à étudier les lois qui régissent la transmission à travers les câbles sous-marins, celles qui se rapportent à la sensibilité des électro-aimants suivant leur grandeur, l'étendue des surfaces polaires, et pour d'autres expériences analogues.

18. Les dépêches reçues par l'appareil Hughes sur la bande de papier sont directement remises aux destinataires sans aucune transcription ; on se borne à découper la bande pour la coller par lignes superposées sur une feuille de papier ordinaire, en enlevant les caractères ou signes étrangers qui ont pu être introduits dans le courant de la transmission. La bande

sur laquelle l'impression a lieu au départ est conservée pour le contrôle. On diminue ainsi les erreurs et retards qu'entraîne la copie des dépêches, et les frais d'exploitation.

Il peut encore se glisser des erreurs pendant la transmission, par suite d'une manipulation incorrecte ou d'une lecture erronée du texte à transmettre; mais à l'arrivée il n'y a aucune confusion dans les signes reçus, comme il peut arriver pour l'appareil Morse, où certaines lettres peuvent se ressembler, pour les appareils à signaux fugitifs où tout dépend de l'attention de l'employé.

Ces avantages sont communs à tous les appareils imprimeurs; mais ce qui distingue l'appareil Hughes, c'est la grande vitesse de transmission qu'il peut donner, qui est due à ce que chaque lettre n'exige qu'un seul courant et à ce qu'il n'y a aucun arrêt pendant l'impression.

Cette vitesse dépasse de beaucoup celle qu'on peut obtenir avec tous les autres appareils.

Sur les lignes de 400 à 500 kilomètres, par exemple, on peut transmettre aisément avec l'appareil Hughes 55 à 60 dépêches de 20 mots en moyenne par heure, à la condition que le travail soit continu et que l'ordre des transmissions soit rarement changé. Dans les mêmes conditions, on en obtient à peine 35 à 40 avec l'appareil Morse, et 20 à 25 au plus avec des appareils à cadran ou des appareils imprimeurs à échappement.

D'un autre côté, la manipulation de l'appareil Hughes exige des employés habiles et intelligents, car on ne peut remédier au défaut d'habileté par une transmission plus lente, comme avec les appareils à cadran ou Morse; il est très-compliqué, et, par conséquent, est exposé à se déranger assez souvent. Il ne peut donc convenir pour des postes secondaires, où l'appareil Morse sera toujours préféré en raison de sa grande simplicité. Pour les bureaux importants reliés par des fils directs, il est éminemment pratique et a déjà rendu de grands services; son usage tend chaque jour à s'étendre.

E.-E. BLAVIER,
inspecteur des lignes télégraphiques[1].

1. La librairie des ingénieurs civils publie en ce moment un ouvrage magistral de M. Blavier, intitulé *Nouveau traité de télégraphie électrique*, cours théorique et pratique à l'usage des fonctionnaires de l'administration des lignes télégraphiques, des ingénieurs, constructeurs, inventeurs, employés des chemins de fer, etc.

Le prix de cet ouvrage, dont le premier fascicule est en vente, et qui sera complétement terminé pour fin juillet, est de 20 francs pour les souscripteurs.

---





# PRÉSERVATION DES BOIS D'OUVRAGE.

## NOTE SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ[1],

PAR M. A. CHAUVEAU DES ROCHES, ingénieur.

### I

S'il est une question éminemment intéressante au point de vue de l'industrie comme à celui du maintien et de l'accroissement de la fortune nationale, c'est à coup sûr celle de la conservation des bois. En effet, il résulte de travaux statistiques dignes de créance, puisqu'ils émanent de l'administration des forêts, que nous consommons annuellement, soit pour le chauffage, soit pour l'industrie du bâtiment, en échalas de vignes, en merrains, dans la construction des navires, etc., etc., environ *cinquante millions de mètres cubes*, qui se décomposent ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Services militaires | $30.000^{m3}$ | |
| Marine | 80.000 | |
| Chemins de fer | 200.000 | chiffre trop faible. |
| Industrie du bâtiment | 1.600.000 | |
| Merrains | 1.600.000 | |
| Échalas | 2.000.000 | |
| Bois pour charbonnages | 15.000.000 | |
| Bois pour chauffage | 30.000.000 | |
| Total | $50.510.000^{m3}$ | |

Ce total ne comprend pas ce qui se consomme dans les puits et galeries de mines, dans la navigation intérieure, pour les perches de houblonnières, le charronnage, l'ébénisterie, etc.

Le produit des ventes annuelles, faites tant par l'État que par les communes et les particuliers, ne dépasse pas 200 millions de francs, lesquels doivent correspondre à un cube bien inférieur au total de la consommation, puisque, s'il y avait égalité, le prix du stère serait en moyenne de 4 fr., chiffre absurde par sa faiblesse. — La différence est comblée par la *destruction progressive de toutes les haies et clôtures* où se trouvent des arbres, par les défrichements, etc.

1. Procédé de Lapparent.

Voici, selon M. Payen, combien il y avait d'hectares de forêts en France :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| En 1791 | | | | | 9.600.000 hectares. |
| En 1851. | Particuliers | | | 5.760.000 | 8.760.000 » |
| | Communes | | | 1.775.000 | |
| | État. | Chêne | 135.000 | 1.225.000 | |
| | | Autres essences. | 1.090.000 | | |
| | | | | Différence | 840.000 » |

Le chiffre de consommation paraît fabuleux, mais il est vrai, et doit nous préoccuper vivement, puisque les forêts qui subsistent encore sur notre territoire sont loin de pouvoir fournir chaque année une telle quantité de bois sans s'épuiser. Il arriverait ainsi forcément, dans une période plus ou moins éloignée, non-seulement que le prix du bois s'élèverait d'une manière désastreuse pour certaines branches de l'industrie, mais qu'on devrait même abandonner totalement cette matière pour certains travaux et y substituer d'une manière complète un métal quelconque, le fer, par exemple.

*Abandon partiel du bois dans les constructions.* — Depuis longtemps déjà on est entré dans cette voie. Dans la construction des édifices publics ou des maisons d'une certaine importance, on remplace le bois par le fer dans les planchers, dans les charpentes; on a essayé de la même substitution dans la confection des navires de guerre; — mais le cube que l'on arrive ainsi à économiser n'est qu'une bien faible portion de celui que nous avons énoncé plus haut.

## II

*Peinture. Procédés d'embaumement des bois.* — L'apposition sur lés faces des bois d'une couche de peinture, pour les soustraire au contact de l'air, est un moyen coûteux et d'une efficacité de courte durée. Il y a une douzaine d'années, le docteur Boucherie perfectionna un procédé industriel qui, grâce à lui, a rendu de très-grands services : l'*injection des bois*, la substitution du sulfate de cuivre à la séve dans les canaux séveux, procédé applicable à un grand nombre d'essences[1]. Le chêne, à la vérité, notre bois le plus précieux, n'est pas susceptible d'être ainsi préparé, sulfaté; mais le procédé permettait de lui substituer, dans la plupart des cas, des bois de moindre valeur et dont la durée se trouvait augmentée dans une proportion très-notable. Les compagnies de chemins de fer se sont empressées de sulfater leurs traverses, l'administration des télégraphes ses poteaux, etc.

*Insuffisance des procédés d'embaumement.* — Il y avait là un véritable progrès, car les bois mis en œuvre pouvant dès lors être conservés beaucoup plus longtemps, la consommation annuelle devait diminuer. Malheu-

1. Procédés Kyan, Moll, Bréant, Béthel, Ransone et May, Légé et Fleury Pironnet, etc.

reusement, le procédé Boucherie ne pouvait pas s'appliquer après coup aux bois mis en place; on ne pouvait préparer que ceux approvisionnés dans les chantiers. De plus l'expérience a démontré :

1° Que la préparation est souvent incomplète : ainsi les ingénieurs de la marine ont dû quelquefois refuser un tiers des fournitures pour défaut d'injection;

2° Qu'alors même que les bois sont parfaitement préparés, l'action prolongée de l'eau arrive, beaucoup plus promptement qu'on ne l'aurait cru, à dissoudre le sulfate de cuivre : pour les poteaux télégraphiques, par exemple, le côté exposé à la pluie est en peu de temps privé de son sulfate de cuivre; de même au pied du poteau, l'eau s'accumule dans le vide laissé entre les parois du trou et le bois lui-même, et enlève encore la substance injectée.

C'était donc un grand pas de fait dans une bonne voie, mais ce n'était qu'un pas, et l'on ne pouvait s'en tenir là.

*Premières recherches dans une autre voie.* — Persuadé de l'insuffisance du procédé auquel je viens de consacrer quelques lignes, un de nos ingénieurs de la marine les plus distingués, M. H. de Lapparent, directeur des constructions navales et du service des bois de la marine, s'adonna complétement à la recherche d'un moyen pratique et réellement efficace de préservation des bois, moyen qui pût s'appliquer non-seulement à tous les approvisionnements, mais encore aux bois déjà en œuvre.

*Causes de la fermentation des bois.* — Il commença par rechercher l'origine principale de la fermentation à la suite de laquelle les bois se putréfient. Or cette origine, cette cause gît dans le *défaut de mouvement de l'air ambiant, sa chaleur et son humidité.*

Lorsqu'on détermine la circulation de l'air, ou qu'on le refroidit, ou bien encore qu'on parvient à le priver de son humidité, la durée des bois augmente d'une manière frappante; c'est ainsi que l'on peut conserver pendant de très-longues années des pièces de bois dans une rivière, sans qu'il y ait trace de pourriture; c'est ainsi encore que la charpente, les planchers des châteaux du moyen-âge, des plus vieilles églises, duraient indéfiniment, parce qu'ils étaient au contact d'un air souvent chaud, mais toujours en mouvement. De nos jours, au contraire, dans les constructions nouvelles, les soliveaux, par exemple, sont noyés entre un plancher et un plafond en plâtre longtemps humide, au milieu d'un air stagnant; aussi la détérioration est-elle rapide.

Mais supposons que les trois mauvaises conditions dont nous avons parlé plus haut soient remplies, que l'air qui se trouve environner les pièces de charpente ne puisse se renouveler, et qu'il y ait à la fois chaleur et humidité; les théories récentes de la chimie nous enseignent que l'air renferme une énorme quantité de *germes* et *sporules* microscopiques de toutes sortes de végétaux ou d'animaux infusoires; les germes d'infusoires au contact d'une liqueur putrescible donneront naissance à des

*kolpodes, bactériums, monades, vibrions*, etc.[1]; les végétaux, en présence d'une substance dont la surface est convenablement disposée par suite d'une altération, s'y groupent, s'y nourrissent et s'y développent; c'est là ce qui se passera sur les faces de notre pièce de charpente; il y aura même et surtout de ces champignons ou *bolets* dans les assemblages, car c'est là que l'air est d'une manière absolue privé de tout mouvement.

## III

*Conservation des bois en général. Opérations successives à leur faire subir.* — Pour assurer la conservation des bois de toute espèce, M. H. de Lapparent propose[2]:

1° Que l'on dépouille les bois de la plus forte proportion possible de la séve qu'ils renferment et par suite des principes fermentescibles qui y sont contenus;

2° Que l'on soumette les éléments des bois travaillés, avant leur assemblage, à une dessiccation artificielle;

3° Que l'on torréfie les faces des pièces, lorsque tout travail est terminé, à l'aide d'une légère carbonisation.

On remplit la première condition par l'immersion des pièces pendant plusieurs années dans une eau courante; l'immersion donne lieu à un phénomène d'endosmose, parce que l'eau séveuse a un poids spécifique plus considérable que l'eau pure, et que les canaux qui la contiennent ont des parois perméables; elle cède la place en entraînant avec elle une grande partie des principes susceptibles de fermenter.

La dessiccation naturelle au grand air dans les chantiers serait insuffisante pour de très-grosses pièces et durerait trop longtemps. La dessiccation artificielle se pratique en introduisant les bois dans une étuve où l'on lance, au moyen d'un ventilateur, de l'air de plus en plus chaud (lequel vaporise l'eau retenue dans les canaux séveux après l'immersion), ou, ce qui est préférable, la fumée obtenue en distillant des houilles grasses, du vieux tan, etc. On peut encore faire le vide dans l'appareil où est placée la pièce à dessécher au moyen d'un jet de vapeur que l'on condense; le vide produit ainsi appelle l'eau pure et ce qui reste de l'eau séveuse hors du bois à l'état de vapeur.

L'immersion et la dessiccation ne sont indispensables que lorsqu'il s'agit de bois destinés aux constructions navales; mais la troisième condition, la légère carbonisation des faces est nécessaire pour toute espèce de bois (excepté, bien entendu, ceux de chauffage et de charbonnage); *seule elle prépare les surfaces de manière à les rendre véritablement impropres à l'implantation et au développement des champignons.*

1. Les *bactériums* condensent, d'une manière extraordinaire, l'oxygène de l'air sur les surfaces; ils amènent après eux les *vibrions* qui ne vivent que dans une atmosphère sans oxygène et donnent lieu au phénomène dit *fermentation*.

2. *Du dépérissement des coques des navires en bois* et des autres charpentes ou bois d'industrie, et des moyens de le prévenir. — Paris, 1862.



*Origine de la carbonisation.* — Depuis longtemps chacun sait que les paysans ont l'habitude de faire noircir dans leur foyer le pied de leurs poteaux de barrières pour les empêcher de pourrir; il était malheureux que personne ne songeât à perfectionner et à généraliser cette pratique, car elle est extrêmement rationnelle.

*Explication de cette pratique.* — Laissons la parole à son propagateur :

« *En premier lieu*, dit M. de Lapparent, *on détermine à la surface du bois* « *une chaleur considérable qui a pour premier effet de chasser l'eau séveuse* « *de cet épiderme et de faire passer à l'état sec les parties fermentescibles; c'est* « *là le résultat d'une longue exposition à l'air; et en second lieu, au-dessous de* « *la couche extérieure, complétement carbonisée, se trouve une face torréfiée,* « *c'est-à-dire en partie distillée et imprégnée des produits de cette distillation,* « *qui sont des matières créosotées et empyreumatiques, dont les propriétés* « *antiseptiques sont bien connues.* » Enfin tous les germes qui auraient pu filtrer dans l'épiderme des bois sont complétement détruits.

*Premiers essais dans les constructions navales.* — La carbonisation avait été appliquée en Angleterre à la construction du vaisseau le *Royal Williams*, au commencement du siècle dernier, et la longue durée des services de ce navire prouve en faveur du procédé, bien qu'à cette époque l'opération eût dû être conduite d'une manière bien imparfaite. Le procédé a, sans nul doute, été abandonné par crainte des incendies ou parce qu'on brûlait le bois sur une trop grande profondeur, la carbonisation s'effectuant au moyen de paille ou de copeaux quand on n'employait pas le bain de sable fortement chauffé, qui était coûteux et incommode.

Les appareils à carboniser les bois ont été tellement perfectionnés et simplifiés par M. de Lapparent et par M. Hugon, directeur de l'établissement du gaz portatif, que l'opération ne présente plus aujourd'hui aucun danger ni aucune difficulté.

*Efficacité de la carbonisation.* — L'efficacité est incontestable *a priori*, et les expériences faites depuis plusieurs années sont venues encore le démontrer. Il nous suffira de citer quelques exemples.

Après *dix-huit années* de séjour dans une terre humide, tout auprès d'une pièce d'eau, les pieds d'un banc de jardin, en chêne, qui avaient été carbonisés avant la mise en place, étaient si peu atteints par la décomposition qu'on avait peine à les entamer avec la pointe d'un couteau.

M. de Lapparent ayant, dans une vigne, employé simultanément de vieux échalas nettoyés, puis carbonisés, et des échalas neufs en chêne, sans aucune préparation, constata, au bout d'un an, que ces derniers étaient déjà pourris sur plusieurs millimètres d'épaisseur, tandis que les autres étaient demeurés intacts.

« Pendant une tournée que j'ai faite il y a peu de temps, dit-il dans sa « brochure, aux environs de Beauvais, j'ai observé que les poteaux des « barrières qui environnent les herbages étaient, sans exception, carbo- « nisés jusqu'à une hauteur de 0,50 au-dessus du sol, et, fait bien remar-

« quable, tandis que des signes de vétusté se faisaient remarquer, soit « sur la partie supérieure des poteaux, soit sur les traverses horizon- « tales, les pieds enfouis en terre paraissaient partout en parfait état. . « . . . . . C'est à une carbonisation spontanée que l'on doit attribuer « l'inaltérabilité de ces bois noirs comme l'ébène avec lesquels sont « formés les espaliers, charniers et échalas, dans les environs de Saint- « Malo. Ces bois, cités par leur durée indéfinie, proviennent du débit « des arbres d'une ancienne forêt, submergée au huitième siècle. . . . . « On extrait du sable les arbres ensevelis depuis tant de siècles. . . . . « . . . . . L'oxygène et l'hydrogène s'étant en partie combinés, une cer- « taine quantité de carbone constituant a été mise à nu, aussi la densité « est considérable. . . . . »

## IV

*Appareils de carbonisation.* — Après la lecture des quelques lignes qui précèdent, il sera clair pour tous qu'il y a *efficacité;* il sera clair en outre qu'il y a *utilité* pour ceux qui emploient le bois de construction, comme pour les agriculteurs, et qu'il y a *nécessité*, *urgence*, pour le maintien de la richesse nationale, à ce que les procédés de carbonisation, mais de carbonisation bien conduite et économiquement faite, soient mis à la disposition de tous. C'est dans cette direction que se sont tendus les efforts dans ces dernières années.

M. H. de Lapparent a employé pour la première fois, à Cherbourg, le gaz *inflammable forcé.* A une petite lance en cuivre, semblable à celle d'une pompe à incendie, aboutissaient deux tuyaux en caoutchouc, l'un communiquant avec une conduite de gaz à éclairage sur laquelle on l'avait vissé, l'autre avec un soufflet placé sur l'échafaudage où travaillait l'ouvrier (fig. 54). Cette disposition permettait de fournir au gaz une quantité

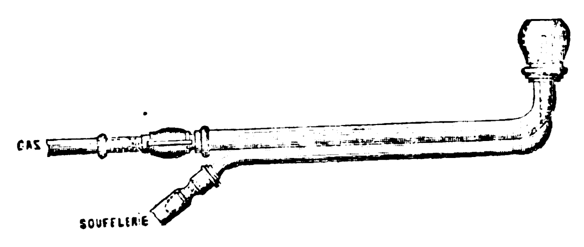



Fig. 54.

d'air suffisante pour le brûler; de plus la flamme acquérait assez d'énergie pour être efficacement dardée en toute direction, et carboniser dans les moindres assemblages.

L'expérience faite sur vingt-quatre navires de guerre a démontré qu'avant de procéder à la carbonisation des navires, il y a avantage à produire sur le bois un glacis léger de goudron, mais en prenant bien garde de ne pas en mettre une couche trop épaisse, car alors on obtiendrait le résultat inverse. Pour conserver intacte la couche de charbon après

l'opération faite, on peut enduire le bois, soit de peinture[1], soit de goudron minéral; il y a à cela un très-grand intérêt.

Quand on n'a pas à sa disposition une conduite de gaz, on peut se servir de gaz portatif renfermé dans un récipient à régulateur *ad hoc* susceptible d'être installé sur les échafaudages, ou même sur des barques, s'il s'agit de navires (c'est ce que l'on emploie dans les ports de mer pour carboniser les navires de guerre).

Un autre appareil dont se sert M. de Lapparent consiste en un *cubilot portatif* de très-faibles dimensions, à réverbère, et muni d'une grille vers sa partie inférieure; on le charge de morceaux de coke d'un petit volume. Le cendrier, sous la grille, a deux orifices, dont l'un pour admission de l'air lancé par une soufflerie, et l'autre pour le nettoyage (fig. 55). Dans deux faces opposées du dôme on laisse des ouvertures par

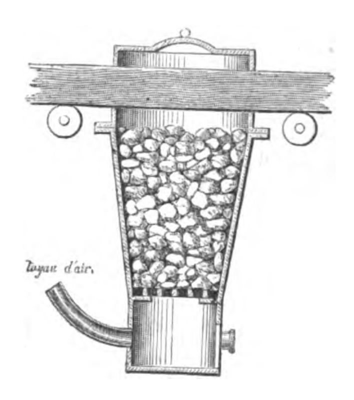



Fig. 55. Échelle de 1/15 ou 0,067 par mètre.

lesquelles on puisse faire glisser les pièces à carboniser; le diamètre du cubilot varie de 0m,15 à 0m,30, selon que l'on a à traiter des traverses de chemins de fer ou des perches de houblonnières, échalas, etc. Cet appareil est fondé sur la remarque suivante due au savant M. Dumas: *Quand un courant d'air traverse du charbon incandescent dont la masse n'ait pas une hauteur supérieure à 1 mètre, tout l'air est brûlé et donne naissance à de l'azote et de l'oxyde de carbone*, gaz dont le pouvoir calorifique est très-considérable.

On pourrait encore employer l'appareil *aérhydrique* (production d'hydrogène par mélange d'eau, d'acide sulfurique et de zinc); mais le gaz ainsi obtenu est cher, et il y aurait quelque danger à mettre l'acide sulfurique dans certaines mains.

1. On peut employer les compositions suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Blanc de Rouen........ | 0k.680 | Huile de lin ordinaire.. | 0k.370 |
| Litharge brute........ | 0 .060 | Huile cuite manganésée. | 0 .080 |
| Fleur de soufre........ | 0 .100 | Fleur de soufre....... | 0 .550 |
| Huile de lin ordinaire.. | 0 .160 | Total...... | 1k.000 |
| Total...... | 1k.000 | | |

Cette pratique est préconisée par un ingénieur des constructions navales, M. de Robert.

On peut encore se servir de l'*éolipyle* à alcool; mais cette méthode serait coûteuse.

La *lampe d'émailleur*, perfectionnée en vue d'une application spéciale de la carbonisation à l'agriculture, donne d'excellents résultats. Cette lampe (fig. 56) a une poignée qui permet de la porter à la main, un couvercle

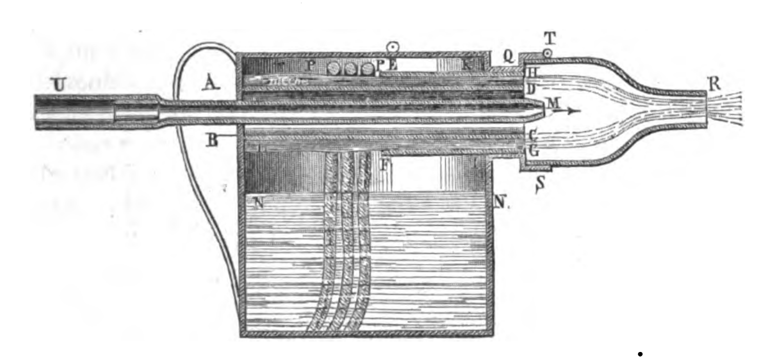



Fig. 56. Échelle de 1/5 ou 0,20 par mètre.

mobile autour d'une charnière pour y verser l'huile; elle est en tôle étamée et de la forme d'un cylindre; ABCD est le tube porte-mèche, soudé en AB; un autre tube EFGH lui est concentrique; il est soudé en IK et s'arrête en EF vers la partie centrale du récipient. La mèche en coton tressé L est placée entre les deux, de sorte qu'elle est en communication avec l'air de combustion par l'intérieur et par l'extérieur; en outre les mèches P en coton non tressé, agissant par capillarité, l'entretiennent imbibée. QRS est une cheminée en fonte mince, portée par l'embase QS, et mobile autour d'une charnière T. Dans la partie centrale est le chalumeau MN fixé au tuyau en caoutchouc U d'une soufflerie. Le liquide est versé jusqu'à 0,015 à 0,020 au-dessous de FI, les mèches s'imbibent, on allume, on souffle, et on a un jet dirigeable d'une grande intensité; grâce à la cheminée QR, le vent n'a plus pour effet de mettre obstacle à la carbonisation. On se sert d'huile de pétrole, d'esprit de bois, etc.; l'huile de colza, etc., est trop chère et difficile à brûler. Pour gagner du temps, on adapte quelquefois deux ou trois chalumeaux, alors la section de la mèche est celle d'un rectangle terminé par deux demi-cercles, au lieu d'être simplement circulaire.

Cette lampe est applicable surtout quand on est en présence de pièces de bois d'un volume ou d'un poids considérable, qu'on ne peut faire mouvoir qu'avec difficulté, par exemple des pièces de charpente. Lorsqu'il s'agit d'échalas de vignes, de perches de houblonnières, on opère de la manière inverse; c'est la lampe que l'on rend fixe et la pièce de bois à laquelle on donne le mouvement.

L'appareil est à jet vertical (fig. 57) et non plus à jet horizontal; on supprime les mèches pendantes P. On maintient de l'huile à un niveau constant dans un vase AB, de telle sorte que ce niveau coïncide avec la hauteur de la mèche EF; le vase est supporté par une cale CDMN portée, ainsi que la lampe, sur un établi GH; DNPK est le tube par où l'huile

se rend dans la lampe; R, robinet pour vider l'appareil; l'huile occupe la capacité K; en I on introduit de l'eau pour éviter l'échauffement. Le chalumeau a ordinairement trois branches, mais elles se réunissent en S dans le tube en caoutchouc de la soufflerie.

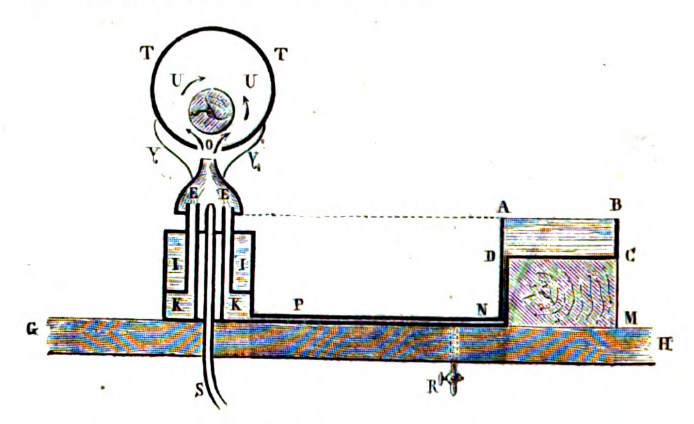



Fig. 57. Échelle de 1/15 ou 0.067 par mètre.

Au-dessus de la cheminée est un tube en tôle T percé d'une ouverture O, vis-à-vis des chalumeaux; ce tube est supporté en YY; on y introduit la pièce X à carboniser; ce sera soit une perche, soit un paquet de trois ou quatre échalas; la flamme se répand dans toute la capacité U, et l'opération s'exécute avec beaucoup de rapidité et de régularité quand on s'est mis au courant de la vitesse avec laquelle on doit faire mouvoir longitudinalement la pièce X, ce qui s'apprend très-vite.

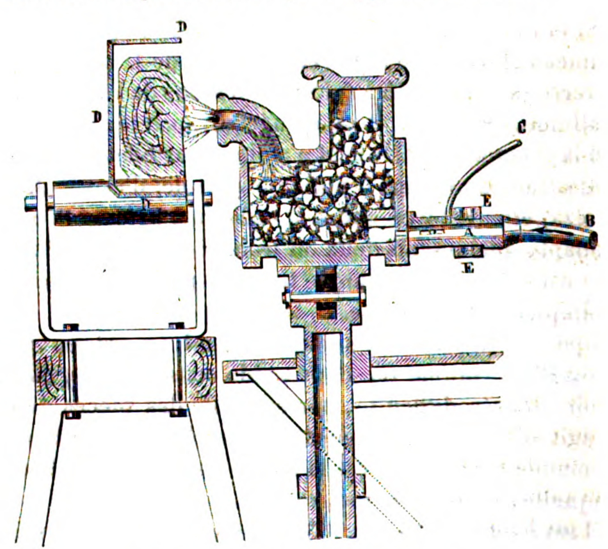



Fig. 58. Échelle de 1/20 ou 0.05 par mètre.

Enfin l'appareil perfectionné, dit *machine à gaz*, de M. Hugon, directeur du gaz portatif, doit, selon les probabilités, dans un avenir prochain, se

vulgariser dans les provinces et jusque dans les moindres villages; il est destiné à la carbonisation de pièces d'un volume assez fort, mais qu'on ait cependant la faculté de manier. Le fourneau en fonte (fig. 58) est muni d'une porte dans le bas pour retirer les produits de la combustion, d'un couvercle dans le haut pour le chargement, et d'une tubulure pour la sortie de la flamme. Ce fourneau est supporté par une colonne, laquelle, grâce à un levier à contre-poids, peut se mouvoir, soit de haut en bas, soit horizontalement autour de son axe. La soufflerie est à double vent, à moyenne pression; le tube en fonte A est relié à un tube B en caoutchouc, pour permettre au fourneau de se mouvoir sans inconvénients pour la soufflerie. L'air se transforme en oxyde de carbone; quelquefois on ajoute un tube C par lequel on fait tomber goutte à goutte de l'eau qui se vaporise d'abord, puis, sous l'action de la grande chaleur, se décompose en hydrogène et oxyde de carbone; cela n'est pas indispensable, mais utile.

On place la pièce de bois sur deux rouleaux, et, pour que tous les points de la surface soient carbonisés, on la fait avancer ou reculer en même temps que l'ouvrier fait monter ou descendre, ou pivoter son fourneau. Un écran D évite les pertes de flamme. A la jonction des tubes en E est une cavité dans laquelle on entretient de l'eau pour que la chaleur n'altère pas le caoutchouc.

Voici les instructions données par M. Hugon :

1° Remplir d'eau cette cavité et entretenir;

2° Allumer avec du petit bois, porte et couvercle ouverts;

3° Fermer et luter la porte, souffler et charger *peu à peu;*

4° Dès que le charbon est en ignition, fermer le couvercle; la flamme jaillit aussitôt par la tubulure;

5° Au bout de 12′ ou 15′, faire entrer l'eau goutte à goutte;

6° Si l'intensité de la flamme diminue, se servir d un ringard et écarter, par le couvercle levé, les morceaux consommés qu'on remplace par *petites quantités.*

Il y a deux modèles de machine à gaz : l'un coûte 1,500 fr. et permet de carboniser 90 à 100 traverses par jour; l'autre, plus petit, moins cher, ne peut carboniser que 60 à 70 traverses.

## V

*Quelques prix de revient.* — Les prix de revient qu'on a cités dans des réunions d'ingénieurs, il y a trois ans, étaient des prix d'expériences et non des prix industriels. Jadis on carbonisait les traverses, par exemple, en faisant un fourneau avec des rails où l'on brûlait les vieilles traverses à mesure qu'on les enlevait. On était là dans de mauvaises conditions. Aujourd'hui, quoique le dernier mot ne soit pas dit au sujet des procédés de carbonisation, les idées sont à peu près fixées, et voici des chiffres résultant d'opérations longues et continues :

La frégate *la Flandre*, dont la surface atteint presque 9,000 mètres

quarrés, a été carbonisée à l'aide du gaz; on en a consommé près de 5,000 mètres cubes. Les ouvriers étaient payés 0 fr. 25 l'heure en moyenne; le gaz coûtait 0 fr. 35 le mètre cube.

| | |
|---|---|
| Il fallait $0^{m^3}$,560 de gaz par mètre quarré; à 0 fr. 35, cela donnait. | 0 fr. 197 |
| Un ouvrier employait par mètre quarré 20′ ($3^{m^2}$,00 à l'heure) à 0 fr. 25 l'heure, ce qui faisait. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 083 |
| Soit par mètre quarré. . . . . . . . . | 0 fr. 280 |

Quand on emploie la lampe à main, on y consomme un mélange de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $0^k$,67 huile lourde | à 0 fr. 15 le kilo, | soit. | 0 fr. 10 |
| $0^k$,33 pétrole | à 0 fr. 70 — | soit. | 0 23 |
| | | | 0 fr. 33 le kilo de mélange. |

| | |
|---|---|
| Il faut environ $0^k$,100 par m. quarré, soit. | 0 fr. 033 |
| 1/3 heure d'ouvrier revient à. . . . . . | 0 083 |
| | 0 fr. 116 par m. quarré carbonisé. |

Lorsqu'on met en usage la lampe fixe, on emploie l'huile lourde, soit seule, soit avec un 1/10 de pétrole, et le prix du kilo varie de 0 fr. 15 à 0 fr. 21, suivant le cas.

D'une opération très-longue où les ouvriers étaient payés 0 fr. 25 et les aides 0 fr. 15 l'heure, on a pu déduire les chiffres suivants :

180 échalas ont été carbonisés avec une dépense d'huile de 0 fr. 18.

1,000 échalas, carbonisés sur $0^m$,40 ou $0^m$,50 de longueur, ont coûté 3 fr. 25.

1,000 perches ont été carbonisées pour 23 fr. 30.

Quant aux traverses de chemins de fer, 288 pièces ont donné les chiffres ci-après :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Houille, 490 kil. à 15 fr. 25 la tonne . . . | 7,46 | 43,46 | $\frac{43,46}{288}$ = 0 fr. 151 |
| Main-d'œuvre, 144 heures à 0 fr. 25 l'heure. | 36,00 | | |
| Droit de brevet, par traverse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | | 0 100 |
| Total pour une traverse. . . . . | | | 0 fr. 251 |

Pour 3,000 autres traverses, la dépense est restée la même.

57,578 traverses de la Compagnie d'Orléans ont coûté, d'après rapport à l'ingénieur en chef, environ 0 fr. 33 pièce, se décomposant ainsi qu'il suit :

| | | |
|---|---|---|
| Frais de main-d'œuvre et carbonisation. . | 0 fr. 18 | 0 fr. 33 |
| Droit de brevet. . . . . . . . . . . . . . | 0 10 | |
| Amortissement des appareils, frais divers. | 0 05 | |

Voici le détail de la dépense de 0 fr. 18.

Pour opérer la carbonisation de 57,578 traverses, on a dépensé :

| | | |
|---|---|---|
| 35,527 heures à 0 fr. 25 donnant. . . . . . | 8,881 fr. 75 | 10,504 fr. 79 |
| 106,429 kil. de charbon à 15 fr. 25 la tonne. | 1,623 04 | |

$$\frac{10504,79}{57578} = 0 \text{ fr. } 182.$$

En Belgique, pour un très-grand nombre de traverses, la dépense moyenne a varié de 0 fr. 28 à 0 fr. 30.

En Italie, aux chantiers d'Alexandrie, en carbonisant 500 traverses par jour au moyen de six gros appareils, on a obtenu, pour 3,822 pièces, les résultats ci-dessous :

| | | |
|---|---|---|
| 2,076 heures à 0 fr. 19. . . . . . . . . . . | 394 fr. 44 | 685 fr. 10 |
| 6,606 kil. de charbon à 44 fr. la tonne. . | 290 66 | |

$$\frac{685,10}{3822} = 0 \text{ fr.} 179.$$

On arrive encore à 0 fr. 18, quoique la main-d'œuvre soit à meilleur marché qu'en France et la tonne de charbon trois fois plus chère.

Les ingénieurs italiens établissent ainsi qu'il suit leurs prix de revient :

| | | |
|---|---|---|
| Main-d'œuvre et carbonisation. . | 0 fr. 18 | 0 fr. 30 |
| Amortissement et frais divers. . . | 0 02 | |
| Droit de brevet. . . . . . . . . . | 0 10 | |

Nous pouvons donc maintenant former le tableau comparatif suivant :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbonisation. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 fr. | 25 | à | 0 fr. | 33 |
| Immersion Knab dans le sulfate de cuivre. . . . . . . | 0 | 40 | à | 0 | 50 |
| Peinture au goudron ou au coaltar. . . . . . . . . . | 0 | 60 | à | 0 | 70 |
| — à une couche. . . . . . . . . . . . . . . . | 0 | 85 | à | 0 | 90 |
| Procédé Legé et Fleury Pironnet (au sulfate de cuivre). | 0 | 90 | à | 1 | 10 |
| — Boucherie id. id. . | 1 | 40 | à | 1 | 60 |
| — Béthel (créosote en vase clos). . . . . . . . . | 1 | 60 | à | 1 | 80 |

## VI

*Objections contre la carbonisation.* — On objectera que le procédé peut être bon quand il s'agit de pièces de charpente, de bois pour les navires, etc., mais que la carbonisation des bois à arêtes vives doit les déformer, ce qui serait effectivement un inconvénient grave pour les bois délicatement travaillés. Il n'en est heureusement rien. *Les arêtes les plus vives sont respectées*, l'épaisseur carbonisée ne doit pas atteindre un demi-millimètre quand l'opération est habilement conduite, et après avoir légèrement gratté et passé à la pierre ponce les surfaces préparées, on peut les peindre, si l'on veut, comme à l'ordinaire, sans prendre aucune autre précaution.

Quelques ingénieurs accordent leurs sympathies au procédé dont nous venons de parler, pour le chêne, mais les lui refusent quand il s'agit de bois susceptibles d'être préparés par la méthode d'injection. Cela tient à ce qu'ils n'ont pas été à même de constater que non-seulement il arrive que des bois facilement pénétrables sont cependant mal ou irrégulièrement injectés, mais que, de plus, alors même que la préparation est faite avec un bon courant de vapeur, un vide convenable et des dissolutions chaudes, si l'on place le bois dans l'eau, le sulfate de cuivre peut en être chassé par endosmose. Ce dernier point résulte d'observations sérieuses et répétées.

Quelquefois on s'appuie, pour critiquer la méthode nouvelle, sur ce qu'elle ne saurait empêcher la pourriture commençant par le cœur. Cela est clair, et l'inventeur n'a pas l'intention d'éviter à tout jamais la putréfaction des bois; il avoue que les toxiques, le sulfate de cuivre, par exemple, seraient préférables à toute autre préparation, car c'est au cœur qu'il faudrait porter le remède; mais en présence de l'impossibilité d'injecter certaines essences, de l'incertitude où l'on est, pour les autres, que l'opération ait été bien faite, et de la probabilité que la dissolution toxique sera chassée par endosmose, si certaines conditions se réalisent, il faut bien chercher à améliorer la situation, à se donner quelques garanties plus sérieuses de réussite.

On a prétendu que la couche de charbon n'ayant qu'une épaisseur extrêmement faible, l'inconvénient résultant de la pénétration de l'oxyde de fer dans le bois subsiste quand les bois doivent recevoir un chevillage en fer; mais il est bien facile de carboniser les trous de chevillettes à l'aide d'une tringle en fer rougie dans un fourneau portatif, et de tremper les chevillettes dans du goudron minéral (ainsi que cela se pratique dans les chemins de fer belges), quand on ne peut se servir de chevillettes en fer zingué, ce qui est encore préférable.

Quelques adversaires émettent l'opinion que dans la méthode de carbonisation c'est la deuxième couche seule qui agit, comme contenant les produits créosotés, et qu'ainsi mieux vaudrait tout simplement enduire les bois d'une couche d'acide phénique, de térébenthine, etc., de 4 à 5 millimètres; que MM. Kyan, Margary, Knab, et autres, arrivent par une immersion convenable à pénétrer d'une manière assez régulière le chêne à $0^{m},004$, l'orme à $0^{m},022$, le pin, etc., à $0^{m},013$, etc.; que la durée des traverses de chemins de fer, par exemple, en est augmentée de quatre ou cinq ans, ce qui est tout ce qu'on pourrait espérer de la carbonisation. La réponse est aisée à faire : l'efficacité de ces matières tient à un principe volatil; une simple couche ne serait donc utile que pendant un temps très-limité; tandis que la couche de charbon empêche la volatilisation des huiles empyreumatiques auxquelles la carbonisation a donné naissance; en outre le feu détruit les germes. Quant à la question de durée, nul ne peut la trancher aujourd'hui. L'inventeur ne saurait prouver que sa méthode doublera ou triplera la durée des traverses; mais il peut citer des faits : des morceaux de bois carbonisés, laissés dans le fumier, n'offraient pas, après une année de séjour, la plus petite trace de décomposition. En présence de ce résultat, est-il permis de limiter à quatre ou cinq ans l'augmentation de durée probable? N'est-on pas, au contraire, en droit d'espérer qu'une traverse, au lieu d'être entièrement perdue en dix ou douze ans, pourra être conservée vingt ou vingt-cinq ans, et peut-être beaucoup plus?

On allègue enfin que le charbon, corps poreux, facilite la condensation des gaz et peut entretenir autour du bois une atmosphère d'acide carbonique favorable à la fermentation. Nulle expérience ne le prouve. Il est certain, au contraire, que les *bactériums* agissent ainsi, condensent l'oxygène, donnent naissance à de l'acide carbonique et à des *vibrions*, c'est-

à-dire à ce qu'on appelle vulgairement la fermentation, et que la carbonisation détruit ces *bactériums*; l'objection se retourne ainsi contre ceux qui l'ont formulée.

## VII

*Conclusions.* — On me dira qu'en jetant les yeux sur le tableau statistique que j'ai donné au commencement de cette note, on trouve que les bois de chauffage et de charbonnage entrent pour *quarante-cinq millions* de mètres cubes dans le total de *cinquante* qui y est porté, et que, lors même qu'on parviendrait à réduire presque à rien la consommation annuelle sur le reste, la France se trouverait toujours brûler chaque année 45 millions de stères, tandis que, laissant à part les défrichements, les coupes régulières donneraient un chiffre bien plus faible.

Cela est incontestable; aussi l'ingénieur habile, qui cherche à répandre l'habitude de la carbonisation, ne la donne-t-il que comme le seul moyen efficace de diminuer la consommation *en bois d'ouvrage.*

Il existe deux moyens de rétablir la balance au point de vue du chauffage ; ces moyens sont :

1° Vulgariser les *chauffages à la houille*, *au coke*, et partout où cela sera possible, *au gaz*. Pour y arriver, il faut que les ingénieurs s'occupent activement d'améliorer les appareils de chauffage, afin qu'il y ait *économie* à employer l'un des trois systèmes que nous venons d'énumérer, plutôt que le bois ;

2° *Arrêter le déboisement* du territoire par tous les moyens possibles, ce qui implique *l'obligation, pour l'État, de conserver ses forêts*[1], l'aliénation amenant presque toujours et très-promptement la destruction ; encourager les reboisements et propager les bonnes méthodes d'aménagements des forêts[2].

Ce moyen aura en outre pour effet de diminuer l'intensité de certains fléaux d'invention humaine, tels que les grandes inondations, certains vents malsains, etc. Tout le monde admet maintenant que les ravages des fleuves dans les temps de crues deviennent plus graves et plus fréquents à mesure que les déboisements augmentent. George P. Marsh, dans son *Man and nature, or physical geography as modified by human action*[3] (De l'action humaine sur la géographie physique. — L'homme et la nature), remarque que, dans un très-grand nombre de pays, les œuvres de l'homme ont eu pour un de leurs résultats *d'appauvrir le sol, d'enlaidir la nature*, *de gâter les climats.....*, et cela dans les deux hémisphères. Une fois les arbres arrachés, la terre végétale est enlevée par les

1. Cet article était composé lorsque nous avons appris que le projet de loi concernant les forêts domaniales était retiré.

2. Lire dans la *Revue des Deux-Mondes*, n° du 1er mars 1866, l'article de M. J. Clavé sur l'*Aliénation des forêts de l'État*.

3. Londres, Sampson Low, 1864.

eaux de pluie ou la fonte des neiges du versant des montagnes qui deviennent ainsi une masse de roches infertiles; de plus, l'eau des pluies, au lieu de n'arriver que peu à peu au fond des vallées, retenue qu'elle était par les racines des arbres et des plantes, y parvient avec une telle promptitude, que les moindres torrents, inoffensifs autrefois, deviennent dangereux. Il est prouvé que le mistral, ce vent qui ravage la belle Provence, tient à ce que les monts Cévennes, jadis admirablement boisés, sont aujourd'hui complétement dénudés.

Il n'en reste pas moins vrai que des millions seront encore économisés en carbonisant tous les bois non destinés au chauffage. En effet, rien n'est plus facile que d'appliquer ce procédé :

Aux navires de guerre ou de commerce;

Aux traverses de chemins de fer auxquelles on assurerait de cette manière une durée illimitée;

Aux poteaux télégraphiques;

Aux charpentes, aux planchers des maisons et édifices publics, surtout aux portions engagées dans les murs;

Aux lambris de logements humides, fermetures, etc.;

Aux échalas de vignes, dont il y a en France un cube de 20 millions de mètres, échalas qui ne durent pas dix ans en moyenne, ce qui ferait seulement pour cet article *deux millions* de stères par année;

Aux perches qui entrent pour 350 francs par hectare dans la dépense annuelle d'entretien des houblonnières.

Au point de vue hygiénique[1], le procédé de M. de Lapparent me semble appelé à rendre également de très-grands services, car en carbonisant les cales infectes des navires, les salles d'hôpitaux, de grands établissements publics, etc., on détruit les miasmes (carbone et hydrogène) en brûlant leur carbone par l'oxygène de l'air; on remplace ainsi l'assainissement par le chlore qui opère en brûlant l'hydrogène, et on n'en a pas les inconvénients.

Notons en terminant que la flamme forcée servira encore utilement en bien des cas pour détruire, sur des plaques de fer, la rouille qu'elle dessèche et transforme en un corps pulvérulent facile à enlever après cette opération.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur,
ancien Élève de l'École Centrale.

1. Opinion du docteur Mélier, inspecteur général du service de salubrité.

---

# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES

## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Nouvelle utilisation du soufre.** — M. Zaliwski-Mikorski a trouvé qu'en mélangeant le soufre liquide avec de très-petites quantités de corps étrangers, on obtient un état moléculaire comparable au caoutchouc durci. «Cette loi est générale, « dit l'auteur de cette communication. C'est ainsi que le brôme et l'iode, en pro- « portion minime, communiquent de la souplesse au soufre. J'arrive plus simplement « à un résultat pareil avec un peu de goudron. Les composés de ce genre résistent « à la plupart des agents chimiques. »

D'un autre côté, l'idée première du soufre uni à des substances de la chimie organique, a fait concevoir à M. Zaliwski-Mikorski un procédé qui est au caoutchouc vulcanisé ce que le ruolz est à l'argent. Il a dissous le caoutchouc dans le sulfure de carbone saturé de soufre, et il a obtenu alors une matière visqueuse qui, étendue au pinceau sur le bois, par exemple, le couvre d'une pellicule inattaquable à l'acide sulfurique concentré.

**Utilisation du suint.** — M. Chevreul a présenté à l'Académie deux communications qui se rattachent à l'utilisation du suint :

1° M. l'ingénieur Eymard a trouvé un moyen économique d'isoler les acides gras des savons ordinaires de la matière grasse du suint, et il pense que celle-ci sera d'un bon usage pour la conservation des cordages des vaisseaux ;

2° MM. Maumené et Rogelet ont réuni dans un mémoire des indications sur le suint et l'extraction par calcination de la potasse qu'il renferme.

Ces deux communications ont été renvoyées à une commission composée de MM. Pelouze, Payen, Frémy et Bussy. C'est sur sa demande que M. Chevreul n'a pas été désigné pour faire partie de cette commission, par la raison, a-t-il dit, qu'il ne partage pas l'opinion de MM. Maumené et Rogelet sur plusieurs points.

Nous comprenons ce scrupule de l'éminent vice-président de l'Académie des sciences ; mais ce que nous comprenons moins, c'est que l'auteur du compte rendu officiel n'ait pas jugé convenable de faire connaître, au moins par extrait, les procédés indiqués dans les deux communications : cette publication eût présenté d'autant plus d'intérêt, que MM. Maumené et Rogelet ont eu l'idée première de l'extraction par calcination de la potasse que renferme le suint, et qu'à cette occasion une médaille leur a été décernée par le jury international à l'exposition de Londres.

**Les poudingues.** — Les poudingues peuvent se former même de nos jours : tel est le résumé d'une note très-intéressante de M. J. Lefort, dont nous croyons devoir reproduire un extrait :

« Sur les deux rives qui, dans le département de l'Allier et du Puy-de-Dôme, avoisinent la rivière de l'Allier, on rencontre des sables tertiaires supérieurs ayant pour origine un grand courant venant des montagnes d'Auvergne, et qui s'est dirigé principalement dans le sens de la vallée de l'Allier.

« Ce terrain, qui recouvre le plus ordinairement des marnes et des calcaires de la formation précédente, est composé de sable quartzeux mêlé de galets arrondis de quartz hyalin dont le volume est souvent considérable, ou bien de galets tantôt incohérents, arrondis, rougeâtres, comme s'ils avaient reçu le contact d'un limon

ferrugineux, tantôt réunis par un ciment ferrugineux qui les agglutine en grandes masses; dans ce dernier cas, les galets constituent de véritables poudingues grossiers qui peuvent servir de matériaux de construction.

« Ce ciment possède la composition suivante : sable quartzeux, 70,01 ; peroxyde de fer, 21,49; peroxyde de manganèse, 5,28; alumine, 2,07; acide ulmique, 1,15. Total : 100,000.

« La teinte rouge ocracée que l'on remarque sur tous les cailloux isolés ou réunis en conglomérats des sables tertiaires de l'Allier, la présence du sable non plus à l'état de silice précipitée des eaux, et surtout l'existence de l'un des principes dérivant du ligneux, donnent tout lieu de croire que ces poudingues doivent leur formation aux eaux douces d'origine limoneuse, plutôt qu'aux eaux minérales ferrugineuses dont on retrouve, il est vrai, de nombreux griffons tout le long de la vallée de l'Allier.

« Ce ciment ferrugineux appartiendrait alors à la variété de minerai ferrugineux désignée sous les noms de minerai de *marais*, de *lacs*, de *prairies* et de *gazons*, et qui a été, de la part de M. Daubrée, l'objet d'observations intéressantes.

« On conçoit, dès lors, que la formation de ces poudingues peut avoir lieu, même de nos jours, toutes les fois que des eaux douces superficielles, filtrant à travers des terrains de transport, et charriant du sable en poudre fine, de l'oxyde de fer, et enfin des matières organiques limoneuses, déposent peu à peu sur les galets ces substances minérales et organiques qui, en se desséchant, emprisonnent tous les corps qu'elles rencontrent. »

**Hygromètre à cheveu.** — Un de nos collaborateurs, M. E. Monier, a présenté à l'Académie un nouvel hygromètre à cheveu qui, à l'avantage d'être portatif, joint celui d'une grande précision.

Cet hygromètre se compose d'une boîte à cadran de 9 à 10 centimètres de diamètre (fig. 59).

La paroi de cette boîte (fig. 60) est percée de petites ouvertures qui établissent facilement un courant d'air à l'intérieur.

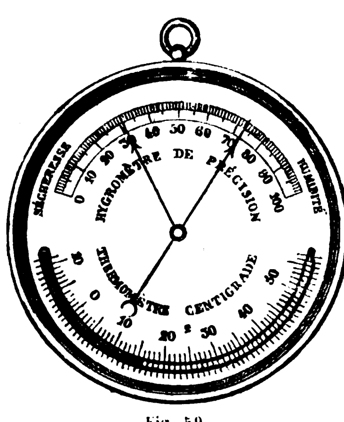



Fig. 59.

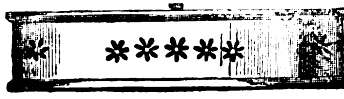
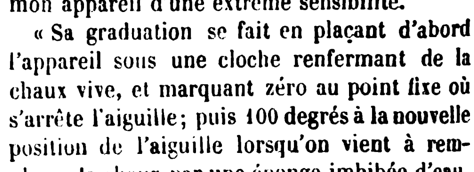


Fig. 60.

« L'organe sensible de cet hygromètre, dit M. Monier dans la note présentée à l'Académie, est un cheveu, comme dans l'hygromètre de Saussure; seulement, par une disposition intérieure particulière, on a pu lui donner une longueur totale de 35 centimètres, ce qui rend mon appareil d'une extrême sensibilité.



« Sa graduation se fait en plaçant d'abord l'appareil sous une cloche renfermant de la chaux vive, et marquant zéro au point fixe où s'arrête l'aiguille; puis 100 degrés à la nouvelle position de l'aiguille lorsqu'on vient à remplacer la chaux par une éponge imbibée d'eau.

« Cet hygromètre, qui ressemble complétement au baromètre anéroïde, est très-portatif, car la boîte en cuivre protége tout à fait le cheveu; celui-ci est tendu par un ressort de montre dont la tension ne dépasse pas 0g,3 ; aussi les indications qu'il donne sont d'accord avec l'hygromètre de Saussure le mieux construit et dont le cheveu aurait été dégraissé à l'éther, comme l'a indiqué M. Regnault.

« MM. Naudet et Ce, fabricants de baromètres métalliques à Paris, se sont occupés de la construction de mon hygromètre. Aussi, grâce à leurs soins, il pourra servir

dans les stations météorologiques et pour la marine; il pourra aussi recevoir quelques applications pour la conservation du blé et autres substances alimentaires; il sera aussi très-utile dans les magnaneries et pour les étuves des manufactures de tabac, des raffineries et sucreries, etc.

« Pour donner une idée de sa sensibilité, il suffira de placer mon hygromètre dans une salle qui vient d'être éclairée au gaz : aussitôt la vapeur d'eau due à la combustion agit sur le cheveu et fait marcher l'aiguille de quelques degrés; en plaçant la main sur le pourtour de l'appareil, l'on produira le même effet, l'aiguille monte brusquement de plusieurs degrés. »

L'auteur a ajouté à sa note l'observation suivante :

« Les hygromètres que l'on trouve dans le commerce présentent souvent entre eux de très-grandes différences, s'élevant quelquefois à 10 et même 15 divisions; ceux qui sortent des ateliers de MM. Naudet et Cᵉ sont remarquables par leur précision; l'écart, lorsqu'on les place dans les mêmes conditions d'humidité, ne dépasse guère un degré de leur échelle. »

Le mémoire de M. Monier a été renvoyé à une commission composée de MM. Pouillet, Regnault et Ed. Becquerel.

**Électricité.** — M. Clément a adressé un mémoire relatif à l'emploi de l'électricité comme force motrice applicable dans l'industrie. Nous regrettons qu'aucun détail n'ait été donné sur cette communication qui a été renvoyée à l'examen de MM. Morin, Combes et Delaunay.

**Exposition à Madrid.** — Une communication de M. Ramon de la Sagra signale à l'Académie l'ouverture d'une exposition, à Madrid, des produits industriels et naturels rapportés de l'Amérique du Sud par les savants espagnols qui composaient l'expédition scientifique qui est partie, il y a quelques années, pour les côtes de la mer Pacifique.

M. de la Sagra a fait un examen très-rapide des objets qui composent cette exposition : il y a là des échantillons de minéraux, de bois, de fruits, de graines; des collections d'herbiers, des exemplaires de divers animaux, etc.

Une étude consciencieuse de ces divers produits pourrait produire de grands avantages à plusieurs points de vue, mais surtout à celui de l'industrie. Nous nous joignons au vœu exprimé par M. Ramon de la Sagra, que ces objets réunis dans l'Amérique du Sud fassent l'objet d'une publication soignée.

**Arrêt des chemins de fer.** — M. Guérineau-Aubry adresse le projet d'un mécanisme destiné à arrêter les trains de chemins de fer en marche. Si nous avons bien compris, le mécanisme aurait pour effet de convertir rapidement, *mais sans chocs*, le mouvement de traction de la locomotive en mouvement de recul.

Le *sans chocs* est le *desideratum* de la question. Nous serions curieux de savoir comment M. Guérineau-Aubry a trouvé la solution de ce problème.

**Locomotion sur routes ordinaires à l'aide de la vapeur.** — M. Seguier, après avoir constaté que c'est à la France que revient la priorité de la pensée de faire progresser sur route ordinaire un véhicule, au moyen de la puissance de la vapeur, en rappelant que Cugnot a fait effectivement marcher à Paris, en 1770, une voiture sur le sol de l'Arsenal, a fait une étude très-complète des principes suivis par les divers constructeurs, et il est arrivé à la conclusion que la manière d'appliquer la puissance de la vapeur au véhicule n'a pas fait autant de progrès que le mécanisme qui l'engendre.

Nous regrettons de ne pouvoir suivre M. Seguier dans cette étude, mais nous nous arrêterons un moment sur le système qu'il propose.



Revenant à l'idée première de Cugnot, imitant comme lui avec les chevaux-vapeur ce qui se pratique avec les chevaux vivants, le savant académicien place le moteur dans l'avant-train. Ce moteur se compose de quatre cylindres groupés deux à deux, dont les tiges de piston sont en connexion avec deux systèmes de manivelles à doubles coudes et angle droit pratiqués dans deux essieux distincts, solidaires chacun avec une des roues de l'avant-train. En termes abrégés, chaque roue est séparément menée par un système de locomobile distinct, à double cylindre à manivelles croisées, pour éviter les temps morts dans chacun des systèmes. La cheville ouvrière de cet avant-train est formée d'un tube creux se laissant traverser par les tuyaux d'entrée et de sortie de vapeur, articulés eux-mêmes de façon à se prêter aux changements d'angles entre l'avant-train et le corps du véhicule. La chaudière est chargée sur le train de derrière, de façon pourtant que son poids principal pèse sur l'avant-train; au travers du tube formant cheville ouvrière passent encore deux tiges attachées par un de leurs bouts aux organes de distribution de vapeur, connues en mécanique sous le nom de *coulisses Stephenson*, par leur autre extrémité à deux leviers articulés sur le support des pieds du cocher, appelé *coquille* en terme de carrosserie. Ces leviers se terminent par deux poignées facilement saisissables par les mains du mécanicien préposé à la direction.

« Nous pourrions, dit M. Seguier, continuer à nous servir du mot *cocher*, car la manœuvre de ces deux leviers sera absolument la même que celle des rênes de cuir d'un attelage ordinaire, et la similitude serait complétée en plaçant, au lieu des poignées, deux lanières de cuir au bout de nos deux leviers alors chargés d'un contre-poids ; les courroies infléchies sur deux poulies pourraient arriver aux mains du directeur; en lâchant ou tirant toutes les deux à la fois, celui-ci pourrait faire imprimer aux deux moteurs des mouvements de progression, soit en avant, soit en arrière; tout en soutenant les contre-poids dans une position moyenne, il produirait l'arrêt; enfin en tirant l'une des courroies, lâchant l'autre, il opérerait le mouvement de conversion, puisque l'on sait que le propre de la coulisse Stephenson est de distribuer la vapeur dans un sens quand elle est dans certaine position extrême, dans un sens opposé quand elle occupe une position complétement inverse, et de supprimer l'introduction quand la coulisse est dans une position intermédiaire, c'est-à-dire où la tige du tiroir occupe précisément la moitié de l'arc de la coulisse. Cet organe de distribution ayant en outre la propriété de modifier la durée du temps d'introduction de la vapeur dans le cylindre, autrement dit de ménager une détente variable par ces diverses positions, il permettrait de régler la vitesse de cheminement, en faisant ressembler le jeu des pistons au pas, au trot, ou au galop des chevaux; il suffirait pour cela d'admettre la vapeur au 1/5, au 1/4, au 1/3 ou durant la totalité de la course des pistons dans les cylindres. »

Une voiture à vapeur construite comme le conseille M. Seguier recevra, d'après lui, son mouvement de progression et de direction de chaque paire de machines, absolument comme si deux chevaux la traînaient et que pour tourner le cocher ralentît l'allure de l'un et accélérât l'allure de l'autre.

« Le succès des voitures à vapeur sur routes ordinaires, dit-il en terminant, dépendra principalement de leur puissance : l'adhérence continue de deux roues sur le sol est donc bien nécessaire; la direction très-facile et sans effort, par le réglage de la vitesse de fonctionnement de chacune des doubles machines qui communiquent séparément le mouvement de rotation aux roues de l'avant-train, nous paraît une condition absolument indispensable. N'oublions pas que pour la direction d'une voiture ordinaire, l'intelligence des chevaux est un constant auxiliaire que la docilité la plus complète d'un mécanisme ne pourra jamais remplacer; quelque ingénieuse que soit la disposition d'un moteur, il ne pourra jamais prendre d'initiative, et, sous peine d'accidents graves, l'attention du mécanicien-cocher devra rester

incessante ; il importe donc de ne pas ajouter à sa fatigue intellectuelle de pénibles efforts physiques de direction : c'est cette pensée que nous avons voulu réaliser par le dispositif mécanique que nous venons d'essayer de décrire. »

**Remplacement du vert arsénical.** — Signalons, en terminant, une communication d'une grande importance, si l'expérience ratifie les résultats annoncés par l'auteur. M. Aronssohn a adressé pour le concours des arts insalubres deux flacons contenant une substance verte destinée à remplacer le vert arsénical, sur lequel elle aurait l'avantage d'être d'une complète innocuité pour l'application à l'impression sur étoffe et sur papier, la peinture, etc. Ce serait là une conquête d'une grande importance pour l'industrie. A. J.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### Compte rendu de ses Séances.

---

SÉANCES DES 4 ET 18 MAI ET DU 1er JUIN 1866.

Une grande partie de la séance du 4 mai, et la séance du 18 presque tout entière, ont été consacrées à la discussion du livre de M. Audiganne, intitulé *les Ouvriers d'à présent.*

Nous avons indiqué déjà la raison qui nous empêche de suivre la Société des Ingénieurs civils dans cette discussion. Toutefois, nous signalons à nos lecteurs la réponse faite par M. Audiganne à des observations présentées par M. Benoît Duportail. Cette réponse a permis à l'auteur de faire connaître le fond de sa pensée sur la question qu'il a traitée largement et avec un remarquable talent d'exposition.

— M. Brüll a entretenu la Société d'une catastrophe qui est survenue, il y a quelques jours, dans une mine du bassin du Pas-de-Calais. Bien que des désastres de ce genre soient heureusement rares, il convient de se prémunir contre eux, et, à ce titre, nous publions presque *in extenso* la communication de M. Brüll.

La fosse de Marles, exploitée depuis dix années, dans laquelle travaillaient cinq à six cents ouvriers ; qui fournissait une extraction considérable de charbon de bonne qualité ; qui était, en un mot, l'une des plus prospères de tout le bassin, a été envahie le 1er mai, à la suite de la rupture du cuvelage, par les eaux du niveau, dans des conditions telles, que l'on considère comme perdus non-seulement la fosse elle-même et les installations au jour, mais encore tous les travaux très-développés du fond et la partie même de la concession qui les renferme.

Chacun sait que le terrain houiller du Pas-de-Calais repose sur une grande épaisseur de terrains crétacés, et que plusieurs bancs de ce terrain sont très-fissurés et renferment beaucoup d'eau. Ces nappes d'eau, que l'on désigne sous le nom de *niveaux*, sont plus ou moins difficiles à traverser, suivant leur hauteur et leur débit, suivant la nature des bancs qui les contiennent, et surtout suivant que l'on trouve ou non entre les couches fissurées des bancs imperméables qui isolent les niveaux. Le moyen généralement employé pour traverser les niveaux consiste à foncer le puits sous la protection de moyens d'épuisement d'une énergie correspondante à l'importance variable de la venue d'eau. Cette venue augmente à mesure qu'en s'enfonçant on met à nu une plus grande hauteur des bancs perméables. Les terrains sont soutenus par des boisages provisoires. Dès qu'on atteint quelque couche plus ou moins imperméable, on y établit des trousses, c'est-à-dire des polygones à nombreux côtés en bois reposant sur une banquette dans le terrain résis-

tant, et que l'on réunit à la paroi de la fosse par un picotage très-serré. En superposant plusieurs trousses, on obtient une base solide, sur laquelle on asseoit, en remontant, un cuvelage composé de planches de chêne de 20 à 30 centimètres d'équarrissage, assemblées suivant un polygone à joints rayonnants et superposés. On dispose souvent ce cuvelage suivant un prisme régulier, dont les arrêtes sont formées par des joints verticaux, en évitant avec soin de faire correspondre les joints horizontaux. On obtient ainsi un tube solide, une sorte d'ouvrage de tonnellerie, capable de résister à la pression de l'eau qui l'environne. On continue alors le fonçage : on n'a plus guère à épuiser que les eaux fournies par les couches perméables situées au-dessous des trousses, et, dès qu'on a rencontré une nouvelle couche solide et peu perméable, on pose de nouvelles trousses, et l'on fait une nouvelle reprise de cuvelage. On conçoit qu'après le fonçage de l'avaleresse, les niveaux se trouvent isolés par les trousses comme ils l'étaient dans l'état naturel, de sorte que les diverses pressions correspondantes à leur hauteur ne s'ajoutent pas l'une à l'autre.

La fosse de Marles n'avait été foncée qu'avec les plus grandes difficultés. Une première fosse n'avait pu être menée à bonne fin et avait été abandonnée à la profondeur de 55 mètres. Celle dont il s'agit avait été entreprise à peu de distance de la première. Elle rencontre la tête du niveau à 9m,50 ; jusqu'à 36 mètres environ, on traverse une craie marneuse blanche très-fendillée, et la venue d'eau augmente jusqu'à six mètres cubes par minute. De 36 à 53 mètres, des marnes bleuâtres séparent le premier niveau du second : il vient 6, 8, 13 mètres cubes par minute. La venue d'eau du second niveau est de 11, puis 13 mètres cubes par seconde. A partir de 61 mètres, l'eau diminue jusqu'à 77 mètres, puis viennent des marnes bleuâtres un peu argileuses, et enfin le tourtia qui reçoit, à 83 mètres, la base du cuvelage.

Il avait fallu, pour ce fonçage, une machine d'épuisement de la force de 500 chevaux ; les plus grandes précautions avaient été employées dans ce difficile travail, qui fait le plus grand honneur à M. Micha, ingénieur des travaux, et à M. Glépin, ingénieur-conseil de la Compagnie.

Le 28 avril 1866, au matin, des mouvements se firent sentir dans le cuvelage vers la tête du second niveau ; les cages d'extraction frottaient contre leurs guides, déplacés par ces mouvements. M. Micha vint examiner aussitôt l'accident, et reconnut qu'à la hauteur de 56 mètres, le cuvelage avait cédé sur deux de ses faces, sur une hauteur d'environ 3 mètres. Comprenant aussitôt la gravité des suites possibles de cet accident, il fit arrêter les travaux d'extraction et remonter les ouvriers. Pour consolider la partie du cuvelage qui menaçait de céder, il fit disposer de fortes barres de fer verticales, vissées sur les assises successives du cuvelage et sur les trousses, et destinées à rendre solidaires les diverses parties dans la hauteur ; on plaça aussi dans les angles de fortes équerres en fer ; mais, pendant qu'on exécutait ces travaux, trois pièces du cuvelage se détachèrent, vers neuf heures et demie du soir, et tombèrent dans la fosse, en livrant passage à une venue d'eau considérable. Un plancher mobile, suspendu au câble, avait été substitué à la cage, qui ne pouvait plus circuler entre ses guides. Il fallut bientôt renoncer à l'emploi de ce plancher, les barres de fer se pliant, et les pièces de bois brisées ne lui laissant plus passage. Trois ouvriers purent encore descendre dans un tonneau. Se préservant de la venue d'eau par des couvertes, ils travaillèrent encore à consolider le cuvelage : mais des craquements terribles se faisaient entendre au-dessus et au-dessous d'eux, des quantités de terre passaient avec les eaux, le cuvelage se détruisait pièce à pièce, des affouillements profonds se produisaient dans la paroi de la fosse. Le lundi matin, à midi, il fallut renoncer à tout travail. M. Glépin, accompagné du maître porion, voulut, malgré le péril, juger par lui-même de ce qui pouvait encore être tenté ; ils

se firent descendre dans le tonneau. Arrivés à la hauteur des trousses qui séparent les niveaux, le tonneau ne pouvait plus descendre. Une lampe fut suspendue à une corde, et, en la faisant balancer, on put voir une excavation profonde de plusieurs mètres, livrant passage à un véritable torrent; il ne restait plus à cet endroit que quelques pièces de cuvelage. Il n'y avait plus qu'à abandonner le phénomène à lui-même; toutes les pièces de la paroi furent entraînées par l'eau, les craquements produits par les blocs de roche, entraînés à travers le terrain par le courant, se joignaient au bruit que produisait cette eau et ces matériaux en tombant au bas de la fosse. Les affouillements augmentaient et se propageaient en montant; enfin, le 2 mai, vers minuit, presque toutes les constructions au jour, la machine d'épuisement, les diverses installations de l'extraction, tout fut précipité dans la fosse.

L'étendue du désastre est immense : l'eau a rempli ces travaux d'exploitation très-développés, et elle s'y trouve avec l'énorme pression qui correspond à la profondeur de 250 mètres, de sorte que toute galerie nouvelle, percée à l'aide d'une autre fosse et qui approcherait un peu d'un des points des anciens travaux, pourrait ouvrir, par quelques fissures des terrains une issue à cette masse d'eau inépuisable, puisqu'elle communique librement avec les niveaux. Les ingénieurs de la Compagnie considèrent donc toute l'étendue du terrain houiller qui était en exploitation comme à jamais sacrifiée ou perdue, du moins jusqu'à ce que l'on trouve, pour l'exploiter de nouveau, quelque moyen inconnu aujourd'hui dans l'art des mines.

Cette communication donne lieu à plusieurs observations : on demande si un meilleur résultat n'aurait pas été obtenu en employant conjointement avec les armatures verticales, des cercles en fer très-solides; si les pièces du cuvelage n'auraient pu être consolidées par des vis fixées dans les joints; si l'irruption de l'eau n'aurait pas été arrêtée en coulant du béton dans le puits de manière à former bouchon. On fait remarquer aussi que la pression était de cinq atmosphères, ce qui n'a rien d'exagéré. M. Laurent Degousée pense que les pressions peuvent avoir été inégales sur les différents côtés, en raison des affouillements, de la perméabilité plus ou moins grande de la roche et du mouvement des terrains suivant leur pente. Il sait d'ailleurs que le terrain de Marles est réellement des plus difficiles au point de vue du niveau.

M. Brüll reconnaît que les cercles en fer eussent peut-être été efficaces, mais il aurait fallu qu'ils fussent préparés à l'avance et leur pose nécessitait la démolition des compartiments qui régnaient dans toute la longueur de la fosse : le moyen employé est celui généralement adopté quand le mal est moins grave. Il ajoute enfin que l'emploi du béton et de l'argile était presque impossible au moment où l'eau faisait irruption dans la fosse.

Quoi qu'il en soit, le malheur est maintenant accompli, l'équilibre étant probablement établi, la fosse est obstruée. Espérons avec M. Brüll que l'on trouvera quelque moyen d'isoler les travaux inondés d'avec les niveaux et qu'on les reprendra par une autre fosse, bien que les ingénieurs de la mine considèrent pour le moment la chose comme impossible.

— Nous avons publié dans notre dernier numéro un long article de M. Tronquoy sur la question de la communication des voyageurs dans les trains de chemin de fer avec les agents des compagnies; nous n'avons donc que peu de chose à ajouter pour faire connaître les communications de MM. Bonnaterre Bricogne et Lartigue sur l'appareil Prud'homme.

Le bon fonctionnement de tout appareil dépend de la pile.

Au commencement des expériences faites sur le chemin de fer du Nord avec l'appareil Prud'homme, on employait des éléments au sulfate de plomb, il fallait dix-



huit de ces éléments pour faire fonctionner les sonneries et leur entretien était difficile.

On les a remplacés par les éléments au sulfate de bioxyde de mercure sans vase poreux, mais on n'a pu les faire fonctionner régulièrement plus de six à huit jours. On a alors employé la pile Marié Davy ordinaire, c'est-à-dire avec vases poreux et sulfate d'oxydule de mercure ; seulement on a modifié un peu la forme, les rivets et soudures ont été supprimés, les charbons ont été munis de calottes de plomb, et on a interposé entre le zinc et le vase poreux d'une part, entre le zinc et le vase extérieur d'autre part, des éponges dont l'effet est de maintenir ces parties humides sans employer beaucoup de liquide, et surtout d'empêcher l'épanchement de ce liquide par suite des secousses du train.

A la suite de cette communication, plusieurs membres font des observations de même ordre que celles présentées par M. Tronquoy au sujet des communications établies par signaux, c'est-à-dire que les signaux ne présentent qu'une efficacité très-limitée dans la plupart des cas.

Dans la séance du 1er juin, MM. Vuillemin et Leclanché ont fait connaître la disposition adoptée au chemin de fer de l'Est pour l'établissement des boîtes à piles, du commutateur, et de la pile elle-même.

La pile et la boîte à pile sont disposées de manière qu'en plaçant la pile et la sonnerie dans la boîte, les contacts sont établis sans qu'on ait à s'en inquiéter, et l'appareil, du moment où chaque pièce occupe la place qui lui a été ménagée dans la boîte, peut fonctionner.

Les commutateurs sont des commutateurs à mercure, c'est-à-dire que l'un des pôles communique avec un petit vase en fer dans lequel se trouve du mercure maintenu par une petite rondelle de caoutchouc, tandis que le 2e pôle communique avec une tige métallique en fer dont l'enfoncement dans le mercure établit le courant électrique.

Dans les commutateurs mis à la disposition des voyageurs, la tige ne peut être abaissée que lorsqu'on a brisé un petit tube ou barreau de verre qui la maintient à une certaine distance du mercure.

La pile qui est due à M. Leclanché consiste en un vase de verre au fond duquel on place une plaque de cuivre, qu'on recouvre d'une couche, 100 à 150g environ, de carbonate de cuivre en poudre (sel tout à fait insoluble dans l'eau), légèrement humectée avec une dissolution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque; au-dessus de la couche de carbonate de cuivre est placée une rondelle de drap, puis au-dessus, de manière à remplir le flacon, du sable également mouillé avec la dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque. Dans le sable est une plaque de zinc pesant 100 à 150 grammes aussi, qui porte l'un des électrodes; l'autre électrode consiste en une tige de cuivre soudée à la plaque de cuivre du fond et recouverte de gutta percha.

Dans l'état ordinaire, la pile est tout à fait inerte ; mais, dès que l'on établit le contact, il se produit un faible courant (celui qui prend naissance quand deux métaux sont en contact) suffisant pour décomposer le chlorhydrate d'ammoniaque; il se forme du chlorure de zinc, et l'ammoniaque libre permet à la couche de carbonate de cuivre en contact avec la plaque de cuivre de se dissoudre ; une nouvelle action se produit sur cette plaque et le courant électrique acquiert toute son intensité. Cette pile est très-économique puisqu'il n'y a usure des produits chimiques que lorsque le courant électrique se dégage, ce qui n'a jamais lieu avec les autres piles, et en particulier avec celle de Daniel où le sulfate de cuivre est constamment décomposé par le zinc. Au reste nous reviendrons sur cette communication intéressante de M. Leclanché dans notre prochain numéro.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.



Nous avons publié dans notre dernière livraison[1] une analyse de la *Note sur l'outillage et les procédés d'enrichissement des minerais*, de MM. Huet et Geyler, par M. Goschler.

Le travail de MM. Huet et Geyler a obtenu le prix (médaille de 500 fr.) que la Société des Ingénieurs civils décerne à l'auteur du meilleur mémoire déposé à la Société pendant l'année 1865. Cette médaille a dû être remise à MM. Huet et Geyler dans la séance du 15 juin.

Le travail complet de MM. Huet et Geyler, qui porte pour titre : *Mémoire sur l'outillage nouveau et les modifications apportées dans les procédés d'enrichissement des minerais*, formant un volume de 80 pages très-compactes accompagnées de six grandes planches, vient d'être publié par la Librairie des Ingénieurs civils, quai Malaquais, 15. — Prix de l'ouvrage, 5 francs.

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

## des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

### Usine Borsig à Berlin. — Presse hydraulique à monter les roues.

(Planche XV.)

Nous avons donné dans la livraison d'avril, page 265, des détails sur les chariots roulants que contient l'usine de locomotives de Berlin. Nous voulons aujourd'hui appeler l'attention sur la presse à caler les roues, machine essentiellement simple et qui permet de monter des essieux à angle droit ou même à un angle quelconque avec une précision mathématique.

*Description et légende.*

Fig. 1. Vue de côté.
Fig. 2. Coupe suivant *cd*.
Fig. 3. Plan supérieur.
Fig. 4. Coupe par *ab*. Support libre de l'essieu sur lequel on cale la roue.
Fig. 5. Coupe par *gh* de la fig. 2.
Fig. 6. Coupe par *ef*. Détails du piston de la presse.
Fig. 7. Coupe suivant *no* du support recevant l'extrémité de la fusée libre.
Fig. 8. Coupe suivant *ik*.
Fig. 9. Coupe par *lm*. Trou recevant le boulon de consolidation.

Le principe de l'appareil consiste à rendre l'essieu en quelque sorte guidé entre deux supports rigides, solidement fixés et maintenus parfaitement parallèles. Ces supports sont G G et C C. En considérant les efforts considérables auxquels ils sont soumis, on comprend les fortes nervures de consolidation que l'on voit dans la figure 2. Leur forme elle-même est celle de solides d'égale résistance, munis des tirants F, D, D et P, qui établissent la liaison avec les fondations. On s'explique aussi l'épaisseur considérable des blocs L et J sur lesquels repose pour ainsi dire tout le système, si on ne tient pas compte des pièces intermédiaires H qui jouent un rôle plus secondaire au point de vue de la stabilité. Les tirants obliques F se boulonnent sur O. La couverture K n'intervient point dans la question de solidité, mais les deux boulons EE réunissent les deux supports à l'écartement voulu. Ils

1. Page 316.

empêchent toutes les déviations que des pressions de 10 à 20,000 kilog. pourraient occasionner dans les pièces; aussi leurs dimensions doivent-elles être calculées de manière à pouvoir supporter ces énormes réactions de la pression hydraulique. Ces tirants longitudinaux portent des embases qui viennent s'appuyer contre les pièces principales G et C, et ils sont boulonnés à demeure sur ces dernières.

Au milieu de C se trouve ménagé un espace libre (fig. 6) propre à recevoir le corps de pompe de la presse. La partie X X est seulement alésée; le restant X N de la pièce est resté brut de fonte. Le piston B est muni d'une garniture en cuir embouti, et est mobile dans l'intérieur du corps de pompe A sous l'action de la pression d'eau. En Z se trouve le graissage et en V les bras correspondant au retour du piston, une fois le calage opéré. Un système de leviers articulés en N, muni des contre-poids M (fig. 1), ramène le mouvement en arrière. Toute cette disposition est facile à imaginer, et le plan supérieur montre (fig. 3) les bras coniques V, l'articulation N et les contre-poids M disposés symétriquement par rapport à l'axe de l'appareil. La figure 4 indique comment le support G destiné à recevoir la fusée libre de l'essieu (on suppose une roue déjà calée à l'autre extrémité) est évidé en son milieu. En *o* (fig. 1) on entre et on sort l'essieu avec la plus grande facilité, quoiqu'il soit maintenu sur les côtés par les fortes nervures de la pièce G. Les autres détails de la planche s'expliquent d'eux-mêmes; il suffit donc d'indiquer comment fonctionne l'appareil et quels sont les différents usages auxquels on peut l'employer.

### *Roues de wagons et voitures.*

1re *roue.* La portée de calage de l'essieu étant préparée convenablement, on fait passer l'essieu dans le moyeu de la roue qui doit être bien centrée et bien alésée; elle est munie de sa rainure ou cannelure, et la clavette guide l'entrée d'une manière précise. La roue est maintenue contre le support G. Le piston de la presse agit, pousse en avant l'essieu guidé dans l'axe de G, la portée de calage s'enfonce à la pression voulue. La pompe de la presse hydraulique, dans le rapport de 1 à 10 avec le diamètre du gros piston, est mue par une transmission de l'usine qu'un débrayage suffit pour mettre en mouvement. La vitesse de la pompe de l'usine est de trente-cinq tours à la minute.

2e *roue.* On fait revenir le piston en arrière, on retourne l'essieu, on place la roue calée vers le piston, et on cale ainsi la deuxième roue. En ajoutant qu'avec cet outil est combiné un système de treuil qui amène instantanément la roue contre le support, la soutient à la hauteur voulue, la présente à l'essieu au moment où il va pénétrer, on comprendra que l'opération se fait en un temps très-court, et que cette disposition présente de toute manière l'avantage d'économiser la durée des manœuvres. Mais ce système présente une particularité plus remarquable sur laquelle nous allons insister; nous voulons parler du *calage à des angles déterminés.*

### *Roues de machines locomotives.*

Supposons qu'il s'agisse de caler à angle droit deux grandes roues de machines de 2 mètres, par exemple. La première roue est supposée calée, d'après la description précédente, et l'opération n'offre aucune difficulté. La deuxième roue est amenée par le treuil ou la grue contre le support G. Les deux roues sont nécessairement à moyeux-manivelles, c'est-à-dire que les bielles motrices s'ajusteront sur les tourillons, ou plutôt sur les mannetons à 90°, pour éviter les points morts pendant la marche.

On se sert d'une pièce creuse en fonte de la longueur de la portion de l'essieu *comprise entre les deux moyeux* des deux roues. Cette pièce est alésée et vient se

poser sur l'essieu contre lequel elle est maintenue par deux coussinets que l'on peut serrer avec des clavettes et contre-clavettes. On peut mieux se rendre compte de la pièce en supposant simplement un *fourreau* venant entourer et solidement se poser sur la partie libre de l'essieu comprise entre les deux roues. En admettant que ce fourreau porte deux *oreilles* en fonte placées ou venues à chacune de ces extrémités et inclinées l'une par rapport à l'autre à 90°, on aura une idée exacte de la disposition. Soit deux boutons de manivelle, l'un fixé dans le trou de la première oreille et correspondant au trou de la première roue, il sera évident que la deuxième roue, montée suivant le bouton-guide, *fixée dans l'oreille*, inclinée à 90°, viendra se poser sur l'essieu à cette inclinaison. La fixation des roues sur les portées de calage aura donc eu lieu sous un angle rigoureusement précis, à une pression dont on est complétement maître. Le but est atteint par la combinaison très-simple de la presse hydraulique si bien établie que nous décrivons avec le guide en fonte à *oreilles inclinées*, suivant l'angle voulu.

Le problème résolu de cette manière est d'autant plus important que les ateliers de construction des machines locomotives doivent arriver à une très-grande précision dans le montage, en substituant des outils à l'action irrégulière des ouvriers. Un mauvais ajustement des bielles motrices sur des boutons non fixés à l'angle présente des inconvénients au point de vue de la dépense de la vapeur et de la bonne marche de la machine. Des ruptures peuvent même, dans des cas particuliers, provenir de ce genre de défectuosité.

Sans insister davantage sur la *précision* de ces manœuvres, nous rappellerons seulement que cette même presse a servi à *cintrer des contre-poids* de roues de locomotives de $\frac{0,22}{0,25}$ dans de véritables moules en fer. On soudait trois tiges ou rayons à un contre-poids, on le chauffait au blanc soudant, et, en le retournant deux fois, on formait un segment de roue. Il fallait empêcher le relèvement supérieur des rayons et opérer rapidement le desserrage et le retournement. La disposition du piston se prêtait bien à ces changements. On voit par là les usages variés pour contourner et cintrer des grosses pièces, *pour essayer au besoin des ressorts puissants, pour caler et décaler des roues sous toutes pressions,* auxquels se prête cet appareil lorsqu'il est solidement établi et réuni à des grues ou des treuils. L'usine Borsig, que nous avons citée pour son chariot roulant[1], a employé aussi les pressions d'eau pour soulever des machines, comme aussi pour faire monter les supports ou plateaux de machines à percer dont l'outil est maintenu fixe (brevet Shanks). Enfin les moyens mécaniques qu'elle a organisés pour obtenir le montage rigoureusement parallèle des longerons de châssis de locomotives; pour rendre le châssis et les mouvements indépendants de la dilatation de la chaudière, tout en donnant à cette dernière une grande stabilité et une union intime avec les longerons; pour rendre précise la hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus des châssis au moyen des six supports parallèles; enfin pour la suspension des machines sur trois points d'appui au moyen de balanciers, demanderaient une étude spéciale sur laquelle nous pourrons appeler plus tard l'attention de nos lecteurs. AUSCHER.

## Boîte à sable pour les chemins de fer.

Planche XVI.

Dans la troisième année des *Annales du Génie civil*, p. 642, nous avons donné des détails très-complets sur un appareil dû à MM. Proffitt et Duncan, et ayant pour but de distribuer sur les rails du sable ou du sel, ou tout autre corps en poudre

1. Note sur la fabrication des roues en fer forgé. *Annales du Génie civil* : chariot roulant pour transport de locomotives et wagons, etc.

pour augmenter l'adhérence en cas de gelée ou de neige, lorsqu'il y a glissement et que les roues patinent. Cette distribution de sable, on le sait, peut aussi agir dans le sens du frein et diminue la vitesse, par exemple sur les plans inclinés.

Nous engageons nos lecteurs à se reporter aux figures qui accompagnaient la description de l'appareil de MM. Proffitt et Duncan : ils pourront ainsi juger des perfectionnements réalisés par l'appareil Mathew que nous représentons pl. XVI, et qui fonctionne depuis plusieurs mois avec un grand succès en Angleterre sur le Brecon and Merthyr Railway.

A première vue, cet appareil paraît présenter une certaine complication; mais il faut tenir compte de ce que sur plusieurs chemins de fer le sable à distribuer a été préalablement desséché et trié, tandis que sur la ligne de Brecon on se sert du sable tel qu'il est tiré de la carrière.

Le principe en vertu duquel se produit l'action de l'appareil est fort simple.

Au-dessus de l'ancienne boite on en a posé une nouvelle, indiquée par la partie ombrée. Les côtés de la boîte nouvelle sont inclinés vers l'intérieur, comme le montrent les lignes ponctuées, de manière que le sable se dirige naturellement, lorsqu'il est sec, vers les points inférieurs. Cette ouverture est fermée par un bouchon de forme conique qui s'élève par le contre-poids et le levier, indiqués à la gauche de la boîte à sable.

L'extrémité supérieure du tube, par lequel doit descendre le sable, est munie d'un entonnoir couvert d'un réseau métallique ayant trois ou quatre mailles par pouce carré anglais (par $6^{cq},451$).

En faisant mouvoir la poignée d'un levier qui est fixé sur la boîte à feu (comme l'indique la figure), la valve est maintenue ouverte par une crémaillère et une roue à rochet, et le sable tombe à travers des trous de la boîte sur des tamis métalliques qui le purgent des petites pierres, etc. qu'il peut contenir.

Si le sable était toujours sec, tout pourrait se borner là; mais il n'en est pas ainsi, et, afin de le débarrasser de l'humidité, on emploie l'agitateur indiqué par des lignes ponctuées. Cet agitateur consiste en une tige tubulaire tournant dans une douille placée à l'extrémité supérieure de la boîte. La tige de la valve pénètre dans l'agitateur qui porte quatre griffes. Une manivelle fait mouvoir l'agitateur qui, en faisant une révolution partielle, remue le sable et en opère le mélange.

A la partie inférieure du tube à sable est adapté un ajutage oscillant, dont les balancements ont pour résultat de faire tomber toujours le sable exactement sur les rails.

Quant au sable trop grossier pour passer à travers le tamis métallique, il tombe dans la partie inférieure, d'où on l'enlève de temps en temps.

(La planche XVI contient des figures relatives à un tour dont nous donnerons la description dans la livraison suivante.)

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

---

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

*Construction du bâtiment.* — On sait généralement que le Palais du Champ de Mars, outre les ouvertures secondaires donnant accès sur les jardins et les parcs extérieurs, possédera quatre entrées principales qui seront, si l'on veut nous permettre de les désigner ainsi, les portes d'Iéna, de l'École militaire, de Labourdonnaye et enfin celle de l'avenue Suffren, près de laquelle on a projeté d'établir la



gare d'arrivée de l'embranchement spécial qui doit desservir l'Exposition, à partir du Chemin de ceinture.

Ces quatre points de repère, dont l'orientation ne s'éloigne pas beaucoup des directions normales du Nord, du Sud, de l'Est et de l'Ouest, forment aujourd'hui comme les limites respectives des grands ateliers chargés de l'importante installation des galeries métalliques du Palais.

Nous avons eu déjà l'occasion de mentionner les dispositions prises par les usines dans les emplacements compris entre les portes de Labourdonnaye et d'Iéna (*entreprise Gouin*), et entre les portes d'Iéna et Suffren (*entreprise Cail*), pour activer, avec toutes les ressources de leur puissant outillage, l'établissement des échafaudages et la pose des fermes de l'immense nef des machines. Un nouvel atelier, chargé des travaux de la même galerie, a fait récemment son apparition du côté de l'École-Militaire : c'est celui de l'usine de Montataire, qui jouit, elle aussi, d'une grande notoriété, et qui aurait commencé sans doute plus tôt la mise en place du lot assez considérable de grandes fermes dont elle est adjudicataire, si la disposition et l'avancement des travaux de terrassements et de maçonneries, terminés en premier lieu du côté de la Seine, n'avaient fait accorder la priorité aux maisons *Gouin* et *Cail* pour la répartition et la remise de la plate-forme et des massifs de fondations sur lesquels on dresse les grands piliers.

Toute initiative paraissant d'ailleurs avoir été laissée aux constructeurs quant aux voies et moyens appliqués au dressage de la charpente métallique, les usines *Gouin* et *Cail*, comme nous l'avons déjà fait remarquer, procèdent chacune d'une manière distincte pour le montage et la pose des fermes. La première assemble complétement ses grands piliers sur place. La seconde, qui a ses ateliers voisins du Champ de Mars, n'a pas reculé devant la difficulté d'amener toutes montées ces pièces immenses dont le poids n'est pas éloigné de 12 tonnes. (Chargement d'un des plus lourds wagons à marchandises de chemins de fer.)

Enfin, l'usine de Montataire a choisi un moyen terme; elle fait transporter les piliers à pied d'œuvre, en les divisant en trois ou quatre parties principales, qui sont définitivement assemblées entre elles et avec leurs accessoires sur l'emplacement même des galeries.

Cette dernière usine avait approvisionné en peu de jours les pièces de quatre grandes colonnes que l'on se disposait à mettre en place. Nous nous proposions de suivre avec intérêt l'opération du levage, mais cette manœuvre devant se faire un peu attendre, nous n'avons pu y assister, et nous sommes obligé d'ajourner à un moment plus opportun le soin d'en donner une description succincte.

La maison Cail, dont l'entreprise se développe notamment sur la partie nord-ouest de la galerie des machines, a installé, dans cette section, deux chantiers distincts séparés par un espace assez étendu. L'un de ces ateliers a déjà mis en place quatorze principales colonnes munies de leurs grands arcs, sablières, chaîneaux, tiges d'écartement et entretoises. L'autre chantier, que l'on venait à peine d'organiser, préparait le levage des deux premiers piliers.

L'usine Gouin, qui a envoyé la première ses ouvriers au Champ de Mars, avait terminé à peu près la pose de vingt-quatre colonnes, au droit desquelles on installait les petites fermes latérales formant comme les bas-côtés de la nef principale et recouvrant, d'une part, le promenoir et le vestibule des aliments, et d'autre part, la galerie des matières premières et une partie de l'emplacement affecté à l'Exposition des produits fabriqués.

Les fermes basses, adhérentes, comme on vient de le dire, à la grande nef, ont pour colonnes des piliers à section quadrangulaire de $0^{m},40$ sur $0^{m},40$ d'équarrissage, formés, comme les pièces des grandes fermes, de plaques de tôles ajustées et boulonnées. La hauteur de ces piliers est de 8 mètres environ au-dessous des combles;

leur espacement longitudinal, symétrique avec celui des autres colonnes, paraît avoir été généralement fixé à 8 mètres.

L'établissement de la galerie adossée extérieurement à la nef des machines, ne comporte qu'une seule ligne de piliers au delà de laquelle déborderont les combles disposés de manière à former marquise. Sur le bas-côté opposé formant la galerie des matières premières, les combles reposeront, outre les points d'attache des extrémités, sur deux rangées de colonnes carrées semblables aux piliers extérieurs, et munies comme ceux-ci des consoles nécessaires pour supporter les pièces du couronnement.

En deçà des grandes et petites fermes en tôle de la galerie principale, et à partir de la ligne de démarcation formée par le couloir d'aérage d'environ 5 mètres de largeur qui limite, dans le sens transversal, les lots d'adjudication de la charpente métallique, on rencontre les ateliers intermédiaires chargés d'établir ce que nous pourrions appeler les galeries légères, se rapprochant successivement du centre du bâtiment et dont les cinq rangées de colonnes en fonte et les sablières, consoles, arbalétriers, entraits et autres pièces correspondantes, ont été mises en place, sur environ moitié de l'entreprise Rigolet, soit le 1/4 du pourtour du Palais. Sur l'autre moitié des travaux, nous n'avons remarqué l'installation d'aucun appareil; mais l'usine Joly, adjudicataire de cette deuxième section, réserve sans doute son activité pour le moment où elle pourra disposer de l'ensemble de la plate-forme appropriée qui doit être mise à sa disposition.

Des demi-arbalétriers rattachent la dernière rangée de colonnes en fonte avec le premier des trois murs surélevés des galeries centrales. Ces murs, qui forment déjà un relief notable au-dessus des fondations, et dont les dimensions garantissent toute sécurité pour la stabilité de l'ensemble du Palais, atteindront en peu de temps la hauteur voulue.

Enfin, en ce qui concerne les autres travaux de maçonnerie, la partie restant encore à voûter, du côté sud-est de la grande galerie d'aérage formant le sous-sol du promenoir de pourtour et du vestibule des aliments, sera bientôt complétement achevée, et ne tardera pas à offrir un nouvel et dernier emplacement disponible pour la pose des colonnes et piliers qu'elle doit recevoir. Les autres couloirs secondaires, concentriques ou rayonnants, complétant le réseau des galeries d'aérage, sont recouverts et voûtés sur tous les points, et munis, dans les parties où le projet le comportait, des regards avec cadre en pierres de taille destinés à faciliter la circulation de l'air dans toutes les régions du bâtiment.

D'après la marche rapide et toujours progressive de ces remarquables ouvrages, on ne tardera pas à voir se dessiner et se développer dans son entier la structure de ce palais modèle, dont l'édification et l'inauguration intéressent l'universalité du monde industriel et l'ensemble des personnes désireuses de voir récompenser les grands et louables efforts du travail.

Nous ignorons d'ailleurs si les chefs d'usines qui apportent leur coopération de constructeurs à l'établissement du Champ de Mars participeront comme exposants à la grande manifestation industrielle qui se prépare. De toute façon, leur œuvre se trouvera former une partie intégrante du concours, et l'installation même de la charpente métallique du Palais sera la meilleure représentation de leurs travaux et le témoignage palpable des progrès de notre industrie française.

G. PALAA.

*Ports maritimes de commerce.* — L'attention s'est portée, dans ces derniers temps, sur l'intéressante transformation de la plage de Deauville, près de Trouville, où vient de s'élever une localité qui tient déjà, sous le rapport commercial et maritime, une place importante parmi les ports de la Manche.

De nombreux et utiles travaux ont été exécutés dans cette localité. Nous croyons devoir signaler notamment, d'après un récent compte rendu, le bassin commencé il y a trois ans, et qui est aujourd'hui presque entièrement terminé. Ce bassin, construit aux frais du gouvernement, sauf une subvention de 300,000 francs donnée par la Société des immeubles de Deauville, est situé près de l'embouchure de la Touques; il a 300 mètres de long et est bordé de tous côtés par de magnifiques quais de 30 mètres de largeur. La construction, en briques et granit, est d'une solidité parfaite; elle a près de 9 mètres de profondeur, et la hauteur de l'eau sera de 7 à 8 mètres, en sorte que les navires de 1,000 tonneaux pourront facilement y entrer.

Nous avons particulièrement à noter la pose des portes du bassin, qui a eu lieu, il y a à peine quelques semaines, sous l'habile direction de M. Arnoux, ingénieur à Honfleur. Toutes les précautions que réclame la prudence avaient été prises, et cette importante opération s'est effectuée sans le moindre accident.

Le creusement de l'avant-port va commencer immédiatement par un draguage sur une grande échelle, et on pense que l'inauguration du bassin pourra avoir lieu vers le 1er juillet.

# VARIÉTÉS.

### Navires à dôme. (Planche XVI.)

De nombreuses discussions ont surgi sur la priorité de l'invention des navires à dôme. Un document remis par M. Ericson à M. Woodcroft, le directeur de l'office des patentes, qui réunit soigneusement tous les éléments d'une histoire des inventions, tranche la question en faveur du capitaine américain.

Ce document consiste en une lithographie publiée à New-York et dont nous reproduisons une réduction (planche XVI). Cette lithographie porte pour légende :

« *Monitor* d'Ericson de 1854. — C'est en Amérique et non en Angleterre que ce *Monitor* a été conçu. — C'est Ericson et non Coles qui est l'inventeur des dômes tournants. »

Au-dessous de la lithographie se trouve reproduit l'extrait d'une communication faite de New-York à l'empereur Napoléon III, le 26 septembre 1854, *avec l'accusé de réception*. Dans cette communication, le capitaine Ericson décrit le navire tel qu'il l'a conçu, avec sa coupole tournante, et fait connaître les effets qu'il doit produire.

Le capitaine Coles, d'après une lettre adressée au *Times*, dit que la première idée de construire des vaisseaux imprenables ne lui est venue qu'en 1855.

## JURISPRUDENCE.

### Mine. — Démembrement. — Puits.

Les articles 5 et 7 de la loi spéciale du 21 avril 1810 prohibent le démembrement des mines.

Le puits qui sert à l'exploitation de la mine, et en forme un accessoire, en est-il une partie intégrante et nécessaire, ou peut-il valablement en être détaché? Telle était la question soumise dernièrement à la Cour de cassation.

La Cour a jugé qu'un tribunal pouvait, sans violer les articles précités de la loi de 1810, décider, par interprétation du cahier des charges et en se fondant sur la commune intention des parties, que le puits qui traverse une mine, qui a, originairement, été établi pour le service de cette mine, appartiendrait désormais à une autre mine (*Gazette des Tribunaux* des 29 et 30 janvier 1866).

LE COMITÉ DE RÉDACTION.



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

### MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 217 | 50 |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 207 | 50 |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 212 | 50 |
| Étain Banca | 210 | » |
| — des détroits | 205 | » |
| — anglais | 210 | » |
| Plomb brut de France | 51 | » |
| — d'Espagne | 52 | » |
| — d'Angleterre | 52 | » |
| Zinc brut de Silésie | 52 | » |
| Autres provenances | » | » |

### MARSEILLE (entrepôt).

| | | |
|---|---|---|
| Aciers de Suède, n° 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, n° 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |

### SAINT-DIZIER.

| | | |
|---|---|---|
| Fontes au bois | 110 | » |
| Fers au bois | 220 | » |
| Fers métis | 210 | » |
| Fers au coke | 200 | » |

### HUILES.

| | | |
|---|---|---|
| Colza brut (tous fûts) 100 kil. | 113 | » |
| — en tonne | 111 | 50 |
| — épurée | 119 | 50 |
| Lin brut (tous fûts) | 102 | 50 |
| OEillette commune (hectolitre) | 160 | » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 | » |

### PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 55 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 49 | » |
| — — 36 | 39 | » |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 8 | 50 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 | » |
| Nitrate de potasse brut | 58 | » |
| — raffiné | 66 à 68 | |
| Nitro-benzine | 1 | 90 |
| Sel de soude (75 à 76) | 36 à 39 | |
| — (80 à 82) | 38 à 42 | |
| Sel d'étain | 205 | » |

### BOIS.

| | | |
|---|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 | |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norwége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0034) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 | 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |

### MAÇONNERIE.

(Paris, octroi, transport compris).

| | | |
|---|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | » | |
| — grasse | 11 | » |
| Ciment de Portland | 9 | 50 |
| Ciment façon de Portland | » | |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 | |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

# DE LA FABRICATION DES SABLES DE MOULAGE

## DANS LES FONDERIES.

Planches XVII et XVIII.

---

Les sables les meilleurs à chercher pour le moulage doivent comporter certaines proportions déterminées de silice et d'alumine.

D'alumine pour avoir la consistance, la *tenue*, le *corps* nécessaires; de silice pour se montrer assez réfractaires sous l'action du métal liquide dont la haute température ne peut manquer de les attaquer.

Tous les sables de moulage doivent être évidemment choisis aussi infusibles que possible. La base dominante doit donc être la silice. Toutefois, un excès de silice tend à rendre les sables rudes et à leur enlever du liant et de la ténacité.

Tout sable ou toute terre sont réfractaires, qui contiennent une dose sensible de silice unie à l'alumine.

Les sables réfractaires, dans les meilleures conditions voulues pour le moulage, comprennent des proportions relativement mesurées selon les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 85 à 95 parties. |
| Alumine . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 à 5 — |

Les terres réfractaires reconnues de la meilleure qualité contiennent :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 70 à 80 parties. |
| Alumine . . . . . . . . . . . . . . . . | 30 à 20 — |

A ces éléments principaux, la silice et l'alumine, viennent se joindre accessoirement, mais toujours à faibles degrés :

La magnésie,
La chaux,
La potasse,
Divers oxydes métalliques, notamment des oxydes de fer.

La magnésie qu'on rencontre à la dose de 1 à 3 p. 100 rend les sables onctueux, savonneux et ne leur est pas nuisible.

La chaux, dans les proportions de 0.50 à 2 p. 100, rend les sables secs et augmente leur fusibilité. La potasse, qui se montre plus rare et en plus faibles doses, n'exerce pas d'influence sensible sur les qualités des sables.

Les oxydes métalliques qui colorent les sables ou les terres en jaune, en vert, en rouge, tendent à développer leur fusibilité quand la proportion de ces oxydes dépasse 1 ou 2 p. 100.

Le sable de Fontenay-aux-Roses, recherché par les fondeurs de Paris, et surtout par les fondeurs en cuivre, donne la composition qui suit :

| | | |
|---|---|---|
| Silice | 92.00 | parties |
| Alumine | 5.50 | — |
| Oxyde de fer | 2.50 | — |
| Chaux | traces. | |

Ce sable serait assez réfractaire s'il n'était pas d'une finesse trop grande pour être employé utilement dans le moulage des grosses pièces.

Un grand nombre de sables à moulages jaunes ou ocreux, employés dans les fonderies françaises, sont constitués sur les bases suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Silice | 91.00 à 93 00 | parties. |
| Alumine | 6.00 à 6.50 | — |
| Oxyde de fer | 2.50 à 0.50 | — |
| Chaux | 0.50 à 0.00 | — |

La plupart des sables fins qui servent à mouler les ornements délicats montrent :

| | | |
|---|---|---|
| Silice | 78 à 80 | parties. |
| Alumine | 15 à 12 | — |
| Oxyde de fer | 3 à 2 | — |
| Magnésie, potasse | 4 à 5 | — |

Une terre argileuse réfractaire des environs de Marquise a indiqué :

| | | |
|---|---|---|
| Silice | 69.50 | parties. |
| Alumine | 18.00 | — |
| Chaux | 2.00 | — |
| Magnésie | 3.25 | — |
| Sesquioxyde de fer | 1,05 | — |
| Eau et perte | 6.20 | — |

Deux sables à moulage, l'un ocreux extrait aux abords des mines de fer, l'autre jaune extrait dans le calcaire, ont donné :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Silice | 82.00 | — | 80.00 | parties. |
| Alumine | 8.20 | — | 7.60 | — |
| Chaux | 2.80 | — | 5.70 | — |
| Magnésie | 0.25 | — | 0.80 | — |
| Oxyde de fer | 2.75 | — | 1.20 | — |
| Eau, perte | 4.00 | — | 4.70 | — |

Ces sables sont calcinés avant la préparation et sont rendus assez réfractaires. Toutefois, ils ne sont employés de toutes pièces que pour certaines fabrications : le premier, pour des moulages en sable d'étuve à *pièces battues*, le second pour des moulages légers en sable vert. Plus généralement, on les mélange.

Les bases suivant lesquelles on cherche à constituer les sables artificiels sont celles-ci :

| | | |
|---|---|---|
| Silice sableuse ou sable quartzeux | 92 à 94 | parties. |
| Alumine ou argile sans calcaire | 4 à 5 | — |
| Ocre rouge | 4 à 1 | — |

Nous reviendrons plus loin sur les mélanges qui sont variables suivant la nature et les dimensions des pièces à couler.

La base chimique des sables n'est pas uniquement l'élément à consulter quand il s'agit de choisir ou de comparer des sables de fonderie.

On reconnaît pratiquement si un sable est plus ou moins calcaire et, généralement, plus ou moins fusible, par l'effervescence qu'il produit sous les acides. Les sables absolument réfractaires reçoivent le contact des acides sans bouillonnement.

Hors de là, c'est en tâtant le sable, en le frottant ou en le comprimant dans les mains, en examinant son grain, au besoin en faisant quelques essais de coulée, qu'on détermine s'il est propre au moulage.

L'essai à la coulée d'un sable ou d'un mélange de sables se fait en versant, autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir des observations concluantes, de la fonte ou du cuivre dans un moule de pièce plate et mince. Si la matière bouillonne et s'agite à la surface des jets, si elle est rejetée hors des moules, ces premiers indices suffisent pour que la qualité du sable ou les proportions du mélange soient mises en suspicion. On achève de contrôler ces observations préalables par l'examen des pièces coulées, dont la surface doit être nette, sans soufflures, ni dartres, ni défauts de parties mal venues, que les fondeurs appellent *floues*. Une fois qu'on est fixé par de premiers essais, on répète ces essais sur des pièces plus fortes et de plus d'importance que celles qui ont servi tout d'abord au tâtonnement qui vient d'être cité.

L'espèce, la forme, les dimensions des pièces à couler déterminent la qualité des sables à chercher pour le moulage.

Pour les pièces en fonte de fer, les sables devant résister davantage à un moulage généralement plus important et à un métal d'une température plus élevée que pour les pièces en cuivre veulent être plus gros, plus forts, moins fusibles.

Les sables employés au moulage en sable d'étuve doivent être plus résistants et d'un grain plus fort que les sables destinés au moulage en sable vert. Ils peuvent être moins bien mélangés, moins bien triturés ou moins bien travaillés; mais il importe qu'une fois durcis par le séchage, ces sables puissent tamiser les gaz et les laisser s'échapper sans désordres sur les surfaces en contact avec le métal, ou, en d'autres termes, sans les divers accidents, dartres, soufflures, piqûres, etc., que des parois trop denses ou insuffisamment poreuses ne manqueraient pas d'amener.

Dans le moulage dit en sable vert ou sable non séché, les sables peuvent être, comme, du reste, lorsqu'il s'agit des moules étuvés, d'autant plus forts que ces pièces sont plus grandes, plus épaisses et plus lourdes.

Les petites pièces, les pièces minces, les ornements exigent du sable plutôt faible que gras. Le sable gras est plus solide, mais il rend bien moins les surfaces coulées, il les produit plus molles et plus *floues*.

Le sable des pièces à couler sur couche ou à imprimer dans le sol de la fonderie doit être grenu, quoique assez maigre, pour former des fonds perméables à travers lesquels les gaz puissent s'échapper. Un excès d'ar-

gile ferait rebuter la matière; un grain inconsistant amènerait des dartres.

Le sable des pièces massives, surtout celui des grosses pièces à couler debout, arbres, cylindres, chabottes, etc., doit être à gros grains siliceux, retenus néanmoins par une quantité suffisante d'argile pour que la liaison sous le fouloir s'accomplisse solidement, pour que le moule résiste à l'étuve sans gerçures ni éboulements, pour qu'il supporte la coulée sans accidents.

Dans tous les cas, que le sable soit à gros grains ou à grains fins, qu'il soit *fort* ou *faible*, il doit toujours avoir du grain.

Il faut que, serré fortement entre les doigts, il se comprime assez bien pour former une motte solide; il doit, frotté sous la main, laisser sentir le grain, quel qu'il soit. En un mot, les sables à moulage veulent du grain. Les sables mous, glaiseux ou terreux ne valent rien.

Les terres, par exemple, utilisées par les industries céramiques, terres à briques, terres à poteries, kaolins, etc., ne peuvent être utilisées par les fondeurs autrement qu'en les combinant à doses plus ou moins restreintes avec des sables, avec des grés, avec des argiles siliceuses à gros grains. Les sables calcaires sont également à éviter, du moins sans correctifs ou sans avoir subi une calcination préalable.

Les meilleurs sables sont, en principe, ceux qu'on peut employer de toutes pièces, sans mélanges d'autres sables ou de terres accessoires devant les corriger ou les transformer. Tels sont les sables verts de la Haute-Marne et de la Meuse, les sables rougeâtres de l'Anjou et de la Bretagne, certains sables rouges des environs de Paris, les sables jaunes de la Meuse et des Vosges, divers sables ocreux ou ferrugineux avoisinant les exploitations de minerais, etc.

Les terres à moulage à employer pour la fabrication des noyaux ou pour la confection des moules en terre ne doivent être ni trop glaiseuses, ni trop terreuses, parce qu'elles se fendraient ou ne se tiendraient pas au séchage, parce qu'elles refuseraient la fonte ou amèneraient des dartres à la coulée. Elles doivent, comme les sables, présenter du grain, être amplement pourvues de silice et privées le plus possible de chaux. Il faut qu'elles ne deviennent ni trop dures, ni trop faibles après le séchage, et néanmoins qu'elles restent assez tendres pour que les pièces à noyaux puissent être vidées facilement. La grosseur du grain, la *force*, le *gras*, le liant sont d'autant plus à rechercher que les pièces à couler sont plus fortes et plus épaisses, qu'elles sont en fonte de fer plutôt qu'en cuivre.

En thèse générale, plus le métal à couler possède un point de fusion élevé, plus le sable ou la terre doivent être réfractaires, à grains forts et résistants, plus ils doivent présenter de gras et de liant. Avec les métaux facilement fusibles, les sables comme les terres peuvent devenir plus maigres, plus fins, plus doux au toucher, moins réfractaires et supportant plus facilement la chaux et les autres éléments accessoires que montrent les résultats d'analyse qui ont été notés plus haut. Il ne faudrait pas penser, toutefois, que tous les sables fins sont également

bons pour les petites pièces et pour les métaux moins fusibles que la fonte de fer.

Pour la fonte du cuivre, par exemple, et de ses alliages, il faut des sables ayant des qualités plastiques parfaitement prononcées, possédant une grande uniformité de grain, par suite ayant du corps sans être trop gras, ayant de la souplesse sans être trop onctueux ou savonneux.

Le choix bien compris des sables et des terres, soit que ces matières s'emploient de toutes pièces, soit qu'on les obtienne à l'aide de mélanges, est la base principale d'une belle et bonne fabrication en fonderie. Toute usine où les sables sont négligés comme choix, comme mélange ou comme préparation, ne produit pas de beaux moulages, quelle que soit l'habileté des ouvriers.

Si l'on veut se montrer facile sur la qualité du sable, sur les soins à prendre pour sa préparation, il est évident que, quoi qu'il arrive, on obtiendra des pièces moulées plus ou moins passables; mais ces pièces auront vingt chances sur une de se produire, avec des dartres, avec des refus de fonte, avec des soufflures, avec des floues, des cendrures, des reprises, des piqûres, etc., tous accidents dépendant au premier chef de la qualité des sables.

Rigoureusement, pourvu qu'un sable devant passer par l'étuvage soit assez argileux pour se comprimer solidement, assez siliceux pour ne pas se gercer ou éclater au séchage, pourvu enfin qu'il soit suffisamment réfractaire pour ne pas se mettre en vitrification sous le métal liquide, ce qui est à craindre notamment dans les fortes pièces, on peut se servir des sables, des terres ou d'un mélange quelconque de ces éléments qu'il est rare de ne pas rencontrer dans toutes les localités.

Un sable ou une composition de sable de médiocre qualité recevra rigoureusement la fonte et donnera quand même des pièces acceptables, si l'on a soin d'éviter l'excès d'humidité, de *tirer de l'air* dans les moules et de faire subir à ces moules un séchage convenable.

Certaines terres ou certains sables excessivement glaiseux et qu'on n'a pu corriger par une addition suffisante de silice ont besoin, non pas seulement d'être étuvés, pour supporter la fonte, mais d'être recuits, torréfiés, calcinés jusqu'au rouge.

Les sables siliceux, au contraire, pourvu qu'ils se tiennent et ne soient pas entraînés par la fonte, ont à peine besoin d'être séchés, et peuvent supporter la matière liquide, sans qu'ils aient à recevoir des vides ou des trous d'aérage, dits trous d'air, comme il en faut dans les sables gras, pour aider l'évacuation des gaz dégagés à la coulée.

Rarement, quoi qu'il arrive, on emploie pour le moulage les sables neufs sans mélange. Tous les fondeurs ont intérêt, sinon à titre urgent de modifier la qualité des sables, du moins comme économie, à introduire dans les sables neufs le plus de sables vieux possible. Les sables ayant déjà servi, ayant déjà reçu la fonte, sont plus divisés, plus grenus. Pourvu qu'ils n'aient pas été brûlés ou vitrifiés, ils apportent aux sables neufs des qualités qui leur manquent souvent, ou, dans tous les cas, un concours qui n'est pas de nature à altérer ces qualités.

Les proportions généralement adoptées pour l'introduction du vieux sable dans le sable neuf varient entre 20 et 30 p. 100 de sable neuf sur 80 à 70 p. 100 de sable vieux, lorsqu'il s'agit de moulages non étuvés, et de 30 à 40 p. 100 dans les moulages étuvés. Ces proportions, d'ailleurs, subordonnées à la *force* du sable neuf, n'ont pas de règles précises. Quand les sables passent par une préparation mécanique complète, on peut faire absorber au sable neuf, à l'aide de cette préparation bien comprise, comme broyage, frottage, tamisage, etc., des doses beaucoup plus fortes de vieux sable, que le sable neuf en pourrait supporter, s'il n'avait subi qu'une manutention ordinaire. De là, en dehors de la recherche des qualités spéciales qu'apporte aux sables comme corps, comme régularité, comme exactitude de mélange, un travail plus énergique que le travail à la main, l'utilité de demander à une fabrication mécanique bien organisée une économie certaine en même temps qu'une perfection plus grande.

Le poussier de houille et le poussier de charbon de bois sont mélangés aux sables : le premier pour servir à faire décaper les pièces coulées et pour aider le dégagement des gaz; le second pour affaiblir certains sables, pour les rendre plus *meubles* et pour favoriser le décapage dans les petites pièces où la houille pulvérisée serait susceptible d'altérer et de *marbrer* les surfaces, comme de blanchir et de durcir les angles dans les pièces en fonte de fer.

Les sables destinés au moulage à vert sont surtout ceux qui demandent une addition de poussier de houille. Ce poussier, qui brûle pendant que le moule reçoit la matière, facilite la combustion de l'oxygène et des autres gaz se rencontrant à l'intérieur du moule et vient aider à l'expulsion de ces divers gaz.

Dans les grandes pièces moulées en sable d'étuve, le poussier de houille sert à la fois à faciliter le dégagement des gaz et à rendre le sable plus friable et plus facile à détacher de la pièce coulée après son refroidissement. Il est quelquefois avantageux, pour les pièces de grandes surfaces et sujettes à la dartre, de mélanger avec le sable d'étuve 10 à 15 p. 100 de crottin de cheval, de bourre hachée et même de tannée, surtout quand le sable est gras et glaiseux. J'ai employé avec succès le tan pour remplacer le crottin, qui peut devenir rare et cher dans les grandes fonderies où la consommation des sables est importante.

De ce que je viens de dire il résulte que, rarement tout au moins, sinon jamais, les sables ne s'emploient seuls, c'est-à-dire tels qu'ils sont sortis de la carrière et après avoir subi même un travail de frottage et de tamisage, à moins qu'il s'agisse de sables devant servir au remplissage des châssis ou encore de sables appliqués au moulage de pièces brutes n'exigeant ni façon, ni soins, ni belle exécution.

Il y a donc lieu, dans toutes les fonderies, de mélanger les sables neufs :

1° Entre eux, en appelant les sables maigres à venir diviser les sables trop gras, les sables *forts* à donner du corps aux sables *faibles*, les sables réfractaires, grès, sables quartzeux ou autres analogues, à corriger ou à écarter la fusibilité des sables ou des terres calcaires, les sables à grains à apporter du grain à ceux qui n'en ont pas.

2° Avec de vieux sables ayant déjà servi au moulage, devant diviser, affaiblir les mélanges, les rendre plus grenus, plus durs ou plus souples suivant les cas, devant en outre apporter une économie très-importante en ce sens que l'emploi des vieux sables a pour but d'utiliser des résidus sans valeur, tout en remplaçant utilement des sables nouveaux qui sont toujours coûteux.

3° Avec du poussier de charbon de bois, du poussier de houille, ou encore du poussier de coke, suivant qu'il s'agit de mouler des grosses ou des petites pièces, des objets à couler en fonte ou en cuivre, à mouler en sable vert ou en sable d'étuve, le poussier de charbon divisant, adoucissant les sables, les rendant plus réfractaires et les disposant pour tamiser plus aisément les gaz issus de la coulée.

4° Avec du crottin de cheval, du tan, de la bourre ou du fumier haché, etc., employés en vue de rendre les moules moins susceptibles de se fendre ou de gercer au séchage, d'éclater ou de taconner à la coulée, ces matières se prêtant, comme le font les poussiers de charbon et de coke, à une expulsion plus facile des gaz.

Les conditions de mélanges sont par-dessus tout subordonnées, quant aux limites de dosage pour chacun des divers éléments, à la forme et aux dimensions des pièces à couler, au mode de moulage adopté, à l'espèce de métal à employer.

Ainsi, pour ne citer que quelques applications usuelles relatives aux pièces en fonte de fer, les tuyaux à couler debout en moules étuvés exigent des sables ayant une grande consistance, à gros grains réfractaires, se comprimant facilement, séchant et durcissant de même, n'ayant besoin ni de poussier, ni de crottin, n'employant qu'une faible quantité de vieux sables, surtout quand les épaisseurs de sables sont faibles, ainsi que cela a lieu dans les châssis ronds épousant la forme des tuyaux.

Les tuyaux à couler inclinés ou à plat, en sable vert, demandent des sables comportant du poussier et du vieux sable, aussi maigre que possible, pourvu qu'il se tienne et ne pousse pas à la dartre. Encore suffit-il, à cet égard, d'employer du sable plus fort aux environs de la coulée et aux endroits ou tombe la fonte.

Les sables à tuyaux n'ont pas besoin d'être beaucoup travaillés.

Les projectiles veulent du sable à grain fin et de peu de consistance. Du sable trop fort donne des pièces rugueuses; trop faible, pourtant, il amènerait des bavures trop fortes ou des coutures trop sensibles. Le sable maigre, du moment qu'il résiste, est celui qui dépouille le mieux et fournit les plus belles surfaces en pareil cas.

Il en est de même pour les pièces d'ornement plat à couler en sable vert. Toutefois, ici, le sable doit être plus fin, plus doux, plus liant; il n'a généralement pas besoin d'être aussi réfractaire, et dès qu'il ne grippe pas, dès qu'il ne se vitrifie pas, dès qu'il dépouille bien en donnant des surfaces unies, plus ce sable présente de qualités plastiques, plus il est avantageux.

Les ornements et les figures à mouler en pièces de rapport et à couler

en sable d'étuve veulent du sable fin, gras, souple, se moulant parfaitement et restant en motte sous l'étreinte de la main. Ce sable peut recevoir du poussier de houille ou de charbon de bois, en doses d'autant plus grandes qu'on opère le moulage de pièces plus fortes. C'est le sable qui a besoin du travail le plus complet. Il faut qu'il soit torréfié, écrasé, broyé fin, tamisé; puis mouillé et passé énergiquement au frottoir, entre des cylindres à faible écartement où il doit être amené en mottes fines et minces ayant une grande consistance.

Les pièces plates et minces coulées à découvert, les plaques de cheminée par exemple, exigent du sable à grain, de peu de consistance, mélangé de houille, donnant des lits perméables, tamisant facilement les gaz. Les sables de rivière ou le sable de mer arrosés de glaise détrempée dans l'eau, mélangés, puis passés au tamis n° 8 ou au n° 10 sont convenables dans certains cas.

Les pièces en sable vert veulent du sable doux, coulant, et pour ainsi dire moelleux au toucher; ce sable d'autant plus fort et à grains plus gros, d'autant plus chargé de poussier de houille, que les pièces sont de dimensions plus grandes. Les mélanges pour moulage en sable vert doivent être bien faits; les sables doivent être calcinés s'ils sont *grumeux* ou s'ils contiennent des parties calcaires en quantités assez grandes; ils doivent être broyés et mélangés à sec, puis travaillés au frottoir avec aussi peu d'eau que possible, de manière à prendre tout le *corps* voulu, sans excès de glaise ou sans humidité trop grande.

Les pièces en sable d'étuve n'exigent pas des sables aussi travaillés. Ces sables doivent être plus âpres, plus liants, plus résistants que les sables verts; ils peuvent obtenir ces qualités étant broyés, tamisés et mélangés *à frais*, quand surtout il s'agit de fortes pièces. Toutefois, pour les pièces de machines, les sables travaillés d'abord *à sec* sont plus souples et plus doux; ils garnissent mieux et donnent des surfaces plus unies aux pièces coulées.

De ces quelques explications que je crois inutile de pousser plus loin, on comprend aisément que plus une pièce est mince et faible, plus elle demande du sable fin, souple et doux; plus elle est grosse et forte, plus elle veut du sable à gros grains, résistant, réfractaire; — qu'en général, plus une pièce est de grandes dimensions, plus elle est simple, moins elle a besoin de sable soigneusement travaillé; plus une pièce est délicate, plus elle est mince, plus elle est chargée de détails exigeant des surfaces nettes, propres et sans défauts, plus il est nécessaire que le sable soit bien choisi, bien mélangé, bien frotté, bien tamisé. Au reste, je n'ai pas besoin de dire que, dans une même pièce à mouler, suivant les détails de cette pièce, suivant le soin nécessité par telles ou telles parties, on peut employer et on emploie plusieurs sortes de sables.

Les terres à moulage doivent être assez grasses pour qu'elles se lient facilement; elles doivent, comme les sables, présenter un caractère réfractaire leur permettant de ne pas *fuser* sous le contact du métal liquide; elles doivent montrer, surtout pour les terres de premières couches, assez de grain pour assurer la libre expansion des gaz; mais il convient qu'elles

ne contiennent pas une trop grande quantité d'argile qui rendrait les parois des moules sujettes à se fendre au séchage, tout en restant trop compactes et par suite trop disposées à *refuser* la matière.

Des terres trop grasses, durcissant outre mesure au séchage, exigent un étuvage dispendieux, quelquefois même un recuit qu'il est facile d'éviter quand la composition des terres est convenable. En général, plus les terres sont argileuses, plus leur dessiccation présente de difficultés, plus leur retrait est grand, plus elles sont disposées à se crevasser pendant le séchage.

Les terres qui conviennent le mieux pour les premières couches des moules ou des noyaux sont les terres rouges ou ocreuses demi-grasses, appelées communément *herbues;* elles sont préférables aux terres grises qui sont calcaires, et qui présentent rarement assez de consistance.

A défaut de terres propres au moulage, lesquelles sont, en ce qui concerne notamment les terres de premières couches, faciles, sinon à trouver, du moins à constituer par des mélanges à l'aide des éléments qu'on trouve à la portée de toutes les fonderies, on se sert des sables de moulage, dits sables gras, qu'on combine en proportions déterminées avec de vieux sables.

Plus la terre est grasse et sujette à se fendiller au séchage, plus la proportion de vieux sable ou de sable maigre doit être augmentée. Quelles que soient, du reste, les bases admises pour les éléments des terres à moulage, on y joint dans de certaines proportions, variables entre 5, 10 et même 20 p. 100 en volume, une dose de crottin de cheval, de bourre hachée, de tan ou de toute autre matière susceptible de brûler aisément et de rendre la terre plus divisible et plus meuble après la coulée, plus liante, plus visqueuse, plus disposée à empêcher les moules de se crevasser, plus apte à faciliter l'échappement des gaz. Le crottin de cheval est préférable à toute autre matière. Néanmoins, pour des fabrications très-importantes qui rendaient le crottin trop rare ou trop cher, je répéterai que j'ai employé avec succès du tan ou du fumier haché très-fin.

La préparation des terres, qui, pour les couches des moules ou des noyaux, dites premières couches, n'exige qu'une trituration plus ou moins soignée, une fois que les pierres et les grumeaux ont été triés et rejetés, demande, pour les dernières couches ou épaisseurs devant former les parois des moules et des noyaux en contact avec le métal, un mélange plus complet et plus fin qu'il faut passer au tamis avant de le mouiller et de le broyer. Quelquefois le crottin de cheval ne peut être amené assez fin pour empêcher qu'il salisse la surface de certains moulages que, comme les ornements et les statues, on veut obtenir d'une netteté parfaite. Les fragments de crottin qui se rencontrent à la surface des moules sont brûlés par la fonte qui montre un aspect d'autant plus rugueux que ces fragments sont plus nombreux. On fait bien, pour les couches de terre fine devant terminer les moules délicats, de délayer le crottin dans un peu d'eau, ou mieux de le remplacer par de la bouse de vache également délayée et passée au tamis fin. Le jus ainsi obtenu empêche par sa viscosité la formation des crevasses, rend la terre moins compacte, moins dure après le séchage et

permet, autant qu'il convient, le passage des gaz dégagés pendant la coulée.

D'après ce qui vient d'être dit, on comprend qu'en dehors du choix des sables, de l'opportunité des mélanges, de tous les soins en général qu'exige l'emploi de matériaux qui sont l'un des éléments essentiels de la fabrication des fonderies, la préparation de ces matériaux, toujours très-sérieuse, est susceptible de prendre la plus grande importance dès qu'elle se rattache à des usines d'une production considérable, comme les usines de Marquise par exemple.

Avant 1858, époque vers laquelle j'ai fait établir à Marquise un atelier de sablerie mécanique dont je parlerai tout à l'heure, la dépense en main-d'œuvre pour fabrication de sable, calculée sur un chiffre de moulages atteignant 900,000 à 1,000,000 de kilogrammes par mois, se tenait, en moyenne, aux environs de 1 fr. 60 c. pour mille kilogrammes de produits en recette. Les sables étaient alors préparés à l'aide de quelques appareils conduits à la main et d'un petit nombre de machines, moulins broyeurs, pétrisseurs, etc., conduits au moteur.

La création d'un atelier de sablerie pourvu de machines et de séchoirs, comme on verra à la planche XVII, fit descendre, pour le même chiffre de moulages, la main-d'œuvre de préparation du sable à 1 fr. et au-dessous par mille kilog. Et, en dehors de cette économie de plus du tiers de la main-d'œuvre, les sables devinrent, étant plus travaillés, meilleurs comme mélange, comme grain, comme corps ; ils offrirent, en outre, comme dépense de matière, une économie importante, le travail mécanique permettant d'introduire dans les mélanges des doses plus fortes de vieux sables faibles ou de sables d'un bas prix de revient.

Ces résultats obtenus furent dus, — plus encore qu'à la perfection des machines employées, lesquelles machines sont certainement susceptibles d'amélioration, — à l'ensemble des appareils concourant à masser le travail sur un même point, à l'unité du service concentré sous une surveillance et une direction unique, au rendement plus grand, plus régulier et plus certain de machines mues par la vapeur, remplaçant les machines à bras.

Dans toutes les fonderies, même dans les fonderies d'une production secondaire, même dans les fonderies où la préparation des sables est laissée aux soins et à la charge de chaque mouleur, on doit trouver un intérêt certain à créer un atelier de sablerie, plus ou moins important, plus ou moins complet, bien entendu, mais fonctionnant en dehors du service du moulage, et muni tout au moins des principaux appareils qui doivent broyer le sable sec, le charbon de bois et la houille, mélanger et tamiser les sables, pétrir la terre et frotter les sables frais.

On aura toujours ainsi l'avantage notable d'obtenir une préparation régulière et économique des sables, par suite des produits plus nets et plus beaux au moulage. On évitera du temps perdu par les mouleurs, auxquels on pourra, dans les travaux exécutés au marchandage, livrer des sables meilleurs et moins chers que ceux qu'ils feraient eux-mêmes, en supposant que, suivant ce qui se passe dans un grand nombre de

fonderies, les mouleurs doivent préparer leurs sables eux-mêmes et à leur compte, le prix de main-d'œuvre de préparation des sables étant confondu dans celui du moulage.

La description de l'atelier de sablerie que j'ai installé présentera donc de l'intérêt pour tous ceux qui s'occupent de fonderie.

La construction dont je veux parler a été commandée par la disposition du terrain, qu'il a fallu choisir dans un des espaces libres le plus à proximité des magasins de sable et des ateliers de moulage. Un local de plein-pied, laissant à la suite les uns des autres les ateliers de séchage, de préparation des sables secs et d'achèvement des sables frais, eût sans doute occasionné moins de dépenses et pu rendre autant de services, tout en permettant une surveillance plus facile. Mais, toutefois, dans la disposition adoptée, on reconnaîtra certains avantages, entre autres ceux apportés à l'emmagasinement, au déchargement et au séchage des matières, que n'eussent peut-être pas donnés des ateliers placés sur un même niveau.

Les fig. 1 et 2 indiquent, en effet, comment les sables, le charbon de bois et la houille peuvent être déchargés sans frais et descendus auprès des broyeurs et des tamiseurs, qui sont installés à l'atelier inférieur.

De plus, les sables qui ont été amenés sur le séchoir *a*, de l'étage supérieur, descendent, une fois séchés, par une trémie qui les conduit au sécheur ou torréfacteur *b*, quand ils ont besoin d'une dessiccation très-complète, ou au pied du broyeur à noix *c*, quand ils peuvent être simplement écrasés sans séchage très-profond.

Les sables à grain dur, à grosses mottes, passent par un des broyeurs à meules *d d d*. Les sables plus fins, ayant seulement besoin d'être divisés avant le tamisage, sont écrasés par le moulin *c*. Deux des broyeurs *d* sont destinés à l'écrasement de la houille et du charbon de bois. Ces broyeurs sont munis de râteaux diviseurs et de râteaux ramasseurs, qui, s'abaissant une fois que les matières sont broyées, les déversent par une ouverture placée au fond des anses circulaires, d'où elles tombent dans un conduit inférieur, où l'ouvrier les prend pour les faire passer aussitôt par les tamiseurs *e e e*.

Les matières séchées, broyées et tamisées sont recueillies dans des boîtes à poignées et portées sur les plateaux du monte-charges *h*, qui les conduit au niveau de l'atelier supérieur.

Là, les sables sont mélangés, mouillés et remués, soit à la pelle, soit à l'aide de cylindres secoueurs, puis ils passent aux machines à frotter *f f f f f*, et de là, s'il y a lieu, aux tamiseurs à sable fin *n n*.

Les sables dont la préparation est terminée, soit qu'ils aient été composés *à frais* de toutes pièces, soit qu'ils proviennent du mélange de matières sèches, sable, poussier, crottin, etc., sont emmagasinés dans des compartiments *g g g*, etc.

La partie de la construction qui contient la machine et sa chaudière comporte un réservoir *k*, qui distribue l'eau dans la sablerie, sur tous les points où elle est nécessaire pour le mouillage des sables.

Le plancher entre les deux ateliers, destinés à la préparation des sables,

est formé de voûtes en briques établies sur poutrelles en fonte, que supportent des colonnes également en fonte.

L'étage supérieur, sous le comble, a été disposé pour servir de magasin de modèles. Il est desservi par un escalier extérieur abordant sur une baie de large dimension, par laquelle on fait arriver, à l'aide d'un palan, de grands modèles qui ne pourraient être montés à bras.

Toute la construction, établie avec soin et dans des conditions de solidité exceptionnelle, a coûté environ 18,500 francs, décomposés comme suit :

| | |
|---|---|
| Main-d'œuvre de maçons, charpentiers, peintres, etc., pour terrassements, déblais, construction de maçonnerie et de charpente, peinture et vitrerie, etc. . . . | 6.500f.00 |
| Matériaux divers, moellons, briques, pierre de taille, bois de charpente, pannes pour couverture, vitrerie, peinture, mastic, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6.000 .00 |
| Fonte pour châssis de croisée, colonnes, poutres, rosaces d'ancrage, tuyaux, armatures et pièces de foyer pour les séchoirs, etc. Fer pour tirants, pièces d'assemblage, etc . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4.800 .00 |
| Tôle et zinc pour nochères, tuyaux de descente d'eau, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 900 .00 |
| Fournitures diverses, serrurerie, etc. Environ . . . . | 300 .00 |
| Ensemble. . . . . . . . . . . . | 18.500f.00 |

A cette dépense sont à ajouter les frais occasionnés par la fourniture de la machine à vapeur de la force de dix chevaux ; ceux des machines diverses et appareils pour la préparation des sables, ceux du monte-charge et du réservoir à eau ; — le tout portant la totalité des dépenses occasionnées pour l'installation de la sablerie dont nous parlons à un chiffre de 40,000 fr. environ : chiffre qui peut paraître exagéré s'il est considéré au point de vue de fonderies d'un faible produit; mais qui, dans les usines que nous citons, où la fabrication des moulages se tient aujourd'hui entre quinze cent mille et deux millions de kilogrammes par mois, disparaît aisément si l'on en reporte l'amortissement et l'intérêt sur une production considérable de sable préparé.

Quelques indications générales sur les principaux appareils employés à la sablerie de Marquise compléteront ce que je pourrais avoir à dire[1].

Les machines à frotter simples, c'est-à-dire à deux cylindres, du type fig. 1 de la pl. XVIII, marchent à raison de onze tours par minute; elles fournissent 25 à 30 hectolitres de sable frotté à l'heure.

La machine double (fig. 2), à quatre cylindres, marche également à onze tours et peut débiter jusqu'à 40 hectolitres de sable à l'heure; le sable ayant, par le fait, subi deux frottées, ce qui évite la main-d'œuvre utile pour le passer deux fois à la machine simple. L'écartement des

1. J'éviterai tous détails descriptifs touchant la construction et l'agencement de ces appareils, faciles à saisir sur les simples explications qui sont données et sur les figures qui s'y rattachent.

cylindres, facile à régler, est maintenu plus grand, bien entendu, entre les cylindres supérieurs qu'entre les cylindres inférieurs. Ces machines, établies solidement sur bâtis en fonte avec cylindres de 0m,20 de diamètre, fournissent un service plus sûr, plus régulier et beaucoup plus économique que les machines à petits cylindres et à bâtis de bois utilisées dans la plupart des fonderies.

Les moulins broyeurs à meules du type fig. 3, pl. XVIII, sont établis sur de petites dimensions pour pouvoir permettre des débrayages et des embrayages aisés sans influence sensible sur la vitesse de la transmission. On les fait marcher à la vitesse de douze à quinze tours, même vingt tours, par minute. Dans ces conditions, ils peuvent broyer par heure environ 1 hectolitre et demi de houille réduite assez fine pour être tamisée sans déchet laissant plus de 15 à 20 pour cent à passer de nouveau au broyeur.

Ces moulins sont pourvus d'un appareil ramasseur et d'un râteau qui suivent les meules. Une ouverture placée au fond du bac circulaire s'ouvre à l'aide d'un levier à contre-poids, quand la matière est suffisamment pulvérisée, et laisse tomber cette matière dans un récipient, brouette, wagon, boîte à roulettes, etc., qui sert à la transporter vers le tamiseur.

Il y a dans cet agencement un travail de main-d'œuvre qu'on évite avec le moulin broyeur *Fauconnier*, qui élève et rejette sur un tamis en tronc de cône, placé à son centre, les matières pulvérisées au fur et à mesure de leur broyage. Il reste à voir si ce supplément de main-d'œuvre nécessaire pour enlever, transporter et tamiser dans un appareil séparé les matières que l'on vient de broyer n'est pas racheté par la facilité d'emploi des appareils simples que je cite, par la simplicité de leur service, par le peu de dépense relative de force motrice qu'ils entraînent, par le peu d'entretien qu'ils occasionnent : toutes choses moins avantageuses dans les broyeurs *Fauconnier*, quels que soient leurs avantages, d'ailleurs très-appréciés aujourd'hui dans les fonderies, surtout où la préparation des sables n'exige pas une installation très-large et l'application d'appareils variés et multipliés pour les besoins du service.

Les petits broyeurs à meules que j'ai employés sont susceptibles d'écraser le coke, le charbon de bois, la glaise et le sable sec tout comme la houille.

Pour écraser le coke, on peut, en les faisant marcher à dix-huit ou vingt tours par minute, débiter 1 hectolitre et demi à 2 hectolitres de coke par heure. A la vitesse de douze tours, ils pulvérisent 5 à 6 hectolitres de terre glaise ou de sable argileux, dur et sec.

Le moulin à noix (fig. 5, pl. XVIII) n'écraserait pas les charbons aussi menus que le moulin à meules; mais pour la glaise et les sables, plus faciles à broyer, il est susceptible de débiter des quantités considérables. Aussi est-il employé très-utilement à Marquise, où il fournit par heure jusqu'à 10 à 12 hectolitres de terre ou de sable réduits en poussière fine, en marchant à raison de vingt à vingt-cinq tours par minute.

Les sables secs, le poussier de charbon de bois, de houille et de coke sont passés dans des tamiseurs ayant la forme d'un cylindre, et marchant

inclinés suivant une disposition empruntée aux bluteries des moulins à farine. Les cylindres marchent à raison de cinquante-cinq à soixante tours par minute, et peuvent tamiser, suivant le numéro des tamis, de 8 à 12 hectolitres par heure.

Les sables frais sont passés dans des tamis horizontaux montés sur croisillons pivotant à la base et mus par un système de manivelle et de bielle marchant à cent ou cent vingt tours par minute. Ces appareils tamisent 25 à 30 hectolitres par heure, en admettant que le tamis ait besoin d'être vidé et nettoyé quatre fois pendant le même temps, et que l'homme chargé de ce service perde à chaque fois trois à quatre minutes.

La machine à couteaux, pour broyer et triturer la terre (fig. 4, pl. XVIII), marche à raison de dix-huit à vingt tours par minute, et peut débiter, par heure, jusqu'à 35 à 40 hectolitres de terre pétrie et prête au service du moulage et des noyaux. Dans ces conditions, l'appareil exige deux hommes pour jeter les matières dans la cuve, et un homme pour enlever la terre à mesure qu'elle est chassée par les couteaux vers l'orifice de sortie muni d'une grille.

A part ce dernier appareil, qui exige des hommes d'autant plus robustes que le travail est poussé plus activement, les autres machines que je viens de citer sont conduites pour la plupart par des vieillards ou par des enfants, ce qui a permis d'abaisser le prix de la main-d'œuvre, tout en occupant des éléments ouvriers dont l'emploi est souvent difficile dans certaines industries, même dans les fonderies.

A. GUETTIER,
auteur de *la Fonderie en France*, etc., Membre de la Société des Ingénieurs civils.

---

# DES TRANCHANTS A DONNER AUX OUTILS

## POUR COUPER LE FER,

D'APRÈS LES EXPÉRIENCES DE **M. Joëssels**, Ingénieur de la marine.

---

Un outil destiné à couper le fer, qu'il soit manœuvré à la main, comme dans le cas des crochets et des planes d'un tour, ou qu'il soit poussé régulièrement par une machine, comme dans le cas du burin d'une machine à raboter, son action peut être assimilée à celle du coin. Si, par exemple, sur un prisme ABCD (fig. 61) il faut enlever une épaisseur AN, le coin employé RAK aura la largeur du barreau, sa section donnera l'angle $a$, dit *angle du tranchant*, et le dessous KN fera avec la surface NN' (déterminée par l'enlèvement de l'épaisseur de matière AN) un angle $i$, dit l'*incidence sur la face à dresser*. Le coin n'éprouvera pas de

frottement contre la surface inférieure N K, en raison de l'angle $i$; mais la surface supérieure A R, qui doit détacher et soulever le copeau, devra former un angle $a + i$ le plus favorable à ce rôle important. Si l'angle du tranchant est camard, les copeaux de métal détachés sont très-courts; ils tombent à mesure qu'ils se forment; s'il est aigu dans une certaine limite, les copeaux restent soudés les uns aux autres, l'ensemble prend la figure d'une hélice continue.

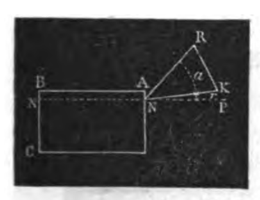


Fig. 61.

L'inclinaison de la paroi supérieure de l'outil ou l'angle $(a + i)$ a pour éléments l'angle du tranchant ou $a$, et l'incidence ou $i$. Ces éléments ne sont pas pris avec une valeur égale dans tous les ateliers. Les différences très-minimes n'autorisent pas la préférence à donner à ce qui se pratique à Indret sur ce qui se pratique à l'atelier des métaux de Brest.

| | USINE D'INDRET. | | | ATELIER DE BREST. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TRANCHANT. | INCIDENCE. | SOMME. | TRANCHANT. | INCIDENCE. | SOMME. |
| Pour le fer....... | $a = 51°$ | $i = 3°$ | 54° | $a = 47°$ | $i = 3°$ | 50° |
| Pour la fonte ...... | $a = 51°$ | $i = 4°$ | 55° | $a = 57°$ | $i = 3°$ | 60° |
| Pour le bronze..... | $a = 66°$ | $i = 3°$ | 69° | $a = 67°$ | $i = 3°$ | 70° |

D'après les expériences, les angles sont indépendants de la nature des aciers employés à la confection des outils. Les expériences ont également démontré que ces angles doivent rester les mêmes, quelles que soient la vitesse de l'outil et les dimensions du copeau.

La connaissance de ces trois éléments : *tranchant, incidence sur la face à dresser, et arête coupante,* suffit pour déterminer la partie active d'un outil de forme et de position.

Soit M O N (fig. 62) (exemple donné par M. Joëssels), une arête coupante donnée; par un quelconque de ses points O, faisons passer un plan qui lui soit perpendiculaire, et dans le plan menons deux lignes O C et O D, qui font avec sa trace A B sur la surface à dresser les angles $i$ et $(i + a)$; si le point O se meut de M en N, de manière que le plan A B reste toujours perpendiculaire à l'arête coupante, les deux droites O C et O D engendreront les surfaces limites du biseau de l'outil.

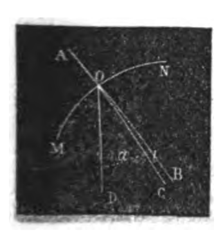


Fig. 62.

Toutes les considérations qui précèdent ont évidemment une très-grande importance dans la pratique. Il serait inutile de rapporter ici les expériences à la suite desquelles on est arrivé, à l'usine impériale d'Indret, à fixer les différentes formes des outils à couper le fer. Les résultats que nous empruntons au travail de M. Joëssels sont très-utiles à connaître par les chefs d'atelier, dont

l'outillage très-restreint a besoin d'être conforme aux modèles les plus simples et qui donnent le meilleur rendement. Des exemples sont donnés par les figures 63, 64, 65, 66, 67, 68 et 69 ci-après.

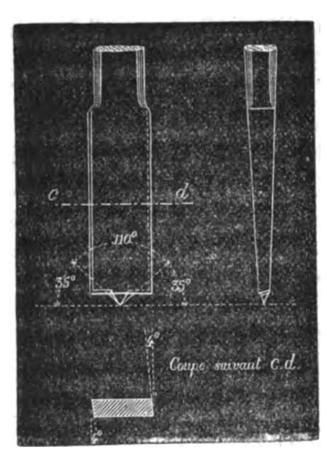



Fig. 63. Foret pour le fer.

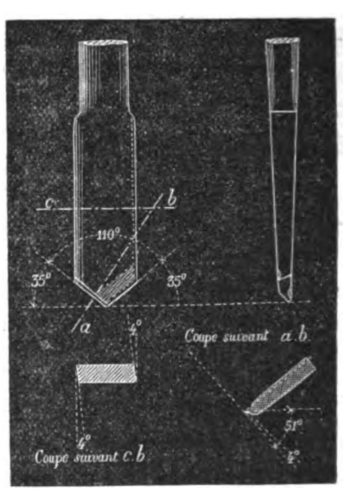



Fig. 34. Foret pour la fonte de fer et de cuivre.

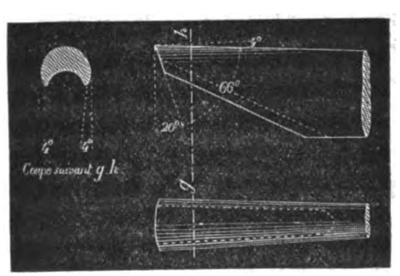



Fig. 65. Burin de raboteuse.

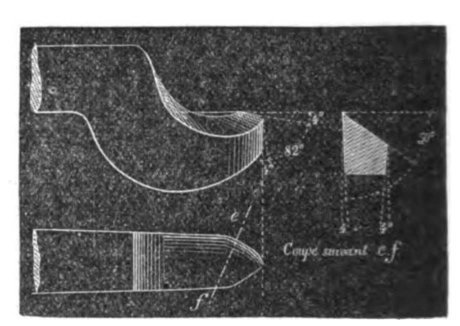



Fig. 66. Outil de tour.

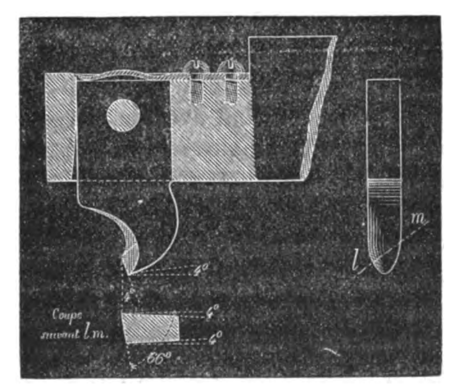



Fig. 67. Outil de raboteuse mue à bras.

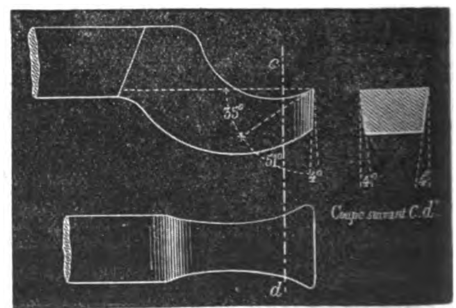



Fig. 68. Outil à planer.

L'angle *a* a pour but d'empêcher l'outil de pénétrer de fond dans la matière et d'éviter ainsi les chocs qui se produisent au début des passes;

sa valeur est arbitraire; cependant il convient qu'elle ne soit pas trop grande. On peut lui donner le même nombre de degrés qu'à l'angle *i* de l'incidence sur la surface à dresser. Cet angle varie avec les métaux à travailler. Ses différentes valeurs sont données ci-avant.

Laforme générale de l'outil, qui résulte des bonnes dispositions de l'ensemble, est représentée fig. 65. Sa pointe est un peu arrondie pour prévenir une usure trop rapide. Les copeaux qu'il produit ne sont pas franchement coupés, ils sont arrachés. Après chaque passe principale, la surface du barreau n'est pas lisse, mais striée; s'il y a lieu, on enlève les stries au moyen d'un outil à planer dont l'arête tranchante est horizontale (fig. 68); on a l'habitude d'arrondir un peu les bords de cette arête.

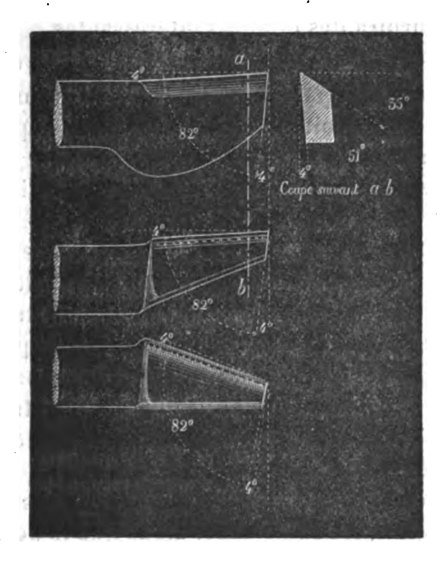



Fig. 69. Outil pour machine à couper le fer verticalement.

Les éléments d'un outil destiné à couper les métaux sont, en résumé:

1° Le tranchant déterminé par l'angle *a* (fig. 61);

2° L'incidence sur la face à dresser donnée par l'angle *i* (vue en plan horizontal);

3° L'arête coupante déterminée par la rencontre de la paroi supérieure du coin AR avec la paroi inférieure NK.

Or, l'affûtage des biseaux n'est possible qu'à la condition pour eux d'être limités par des surfaces planes ou convexes. Il en résulte que les arêtes coupantes polygonales doivent être rejetées pour les outils d'ajustage. Une autre raison non moins importante vient à l'appui de cette exclusion. Un outil ne peut pénétrer dans la matière qu'en brisant le copeau à mesure qu'il se forme. Cette rupture est aisée lorsque l'épaisseur de celui-ci ne dépasse pas 1 ou 2 millimètres au plus; mais pour de plus grandes épaisseurs, elle devient impossible, si l'on ne veut pas exposer la pointe de l'outil à se casser fréquemment. Si donc on se trouve en dehors de ces limites, et souvent la largeur est de plusieurs centi-

mètres, il ne faut pas chercher à couper le copeau perpendiculairement à cette direction, mais il faut se borner à le pousser de côté à la manière de la terre déversée par le choc d'une charrue.

La forme de l'arête coupante d'un outil n'est pas donnée par une ligne géométrique, les différentes conditions qu'elle doit remplir suivant l'usage de l'outil la modifient sensiblement. Il peut se faire que cette arête puisse être à la rigueur déterminée théoriquement; mais, à coup sûr, les indications de l'expérience ont fourni la plus grande part aux résultats très-satisfaisants que l'on a atteints aujourd'hui. Quoi qu'il en soit, l'exemple de la détermination de l'arête coupante d'un outil donné par M. l'ingénieur Joëssels fournira des données intéressantes.



Fig. 70.

Supposons qu'il s'agisse de réduire d'une quantité O'H (fig. 70) l'épaisseur d'un barreau prismatique ayant pour section droite le rectangle O' D E Z et pour longueur OY; en raison de l'épaisseur de matière O'H et de la largeur O' D, il convient de faire des passes successives diverses, par exemple O' H en trois et O' Y en dix parties égales, et par les points de division menons des parallèles à ces lignes : on enlèvera d'abord le parallélipipède O' *dp* Z, puis *d*, *d' pp'*, et ainsi de suite. Pour enlever le parallélipipède O' *d p* Z, il faudrait évidemment un outil dont l'arête coupante pût s'appliquer sur la face prismatique *dp*Z qui doit limiter le copeau sur deux outils; une telle arête serait polygonale et donnerait à la partie intérieure du biseau de l'outil un angle rentrant d'un cercle si l'arête de l'outil est perpendiculaire au chemin parcouru, ou la figure d'une spirale si l'arête est oblique à ce chemin.

Contrairement à ce qui paraît être vrai, sans examiner les différents éléments de la question, les coins aussi aigus que le permet la résistance de l'acier dont ils sont formés ne sont pas les meilleurs. En effet, le travail absorbé par l'outil se compose du soulèvement et du désagrégement du copeau et de la marche de l'outil dans la matière; avant que la partie du métal coupée soit rompue; elle pince énergiquement la pointe de l'outil, et le frottement qui en résulte est d'autant plus grand, que l'angle $a$ est plus faible; à 90° mesuré par $a$, ce frottement est nul; à 0°, il a sa plus grande valeur.

Le travail nécessaire pour enlever ou couper un certain poids de métal étant le frottement dont il vient d'être question et le détachement du copéau, ces quantités varient en sens inverse lorsque l'angle $(i + a)$ varie dans le même sens; ce travail peut devenir minimum pour une valeur déterminée de l'angle $(i + a)$ comprise entre 0° et 90°, et cette valeur est indépendante de la nature des aciers, puisque le coefficient de frottement d'une matière donnée ne varie pas sensiblement avec les différentes qualités de cette matière.

A. ORTOLAN.

# DE L'APPLICATION DES LISSES DE RABAT AUX HARNAIS
## DES TISSUS-GAZES ET BARÉGES,

PAR M. EUGÈNE PARANT.

---

Les tissus légers, dits *gazes* et *baréges*, se fabriquent à Lyon et en Picardie.

Le barége, qui est une gaze dont la trame est en laine, a sa patrie dans le nord de la France ( Picardie, Flandre, Aisne, Nord ).

Les gazes de Picardie se tissent à l'aide de six lisses ou lames, que les praticiens résument en cinq, parce que deux de ces lames sont des demi-lisses.

En tant que tissu de fond, la gaze peut être considérée comme une toile dont les deux fils, utiles à l'effet, s'embrassent au lieu de s'accompagner. Donc, il faut deux marches pour tisser la gaze, comme pour tisser la toile.

Le seul effet que l'on puisse obtenir des harnais de gaze simple, en outre de la gaze proprement dite, est un satin en travers, que l'on nomme *tamatave,* nom baroque qui doit son origine à quelque actualité de l'époque de sa découverte, que les générations d'ensuite ne cherchent pas à s'expliquer.

Cela dit, voici comment la gaze de Picardie devrait être théoriquement représentée : $x\ y$ sont les deux marches (fig. 71).

$a$ sont deux lisses entières, qui reçoivent, l'une $a'$, les fils pairs, l'autre $a''$, les fils impairs, absolument comme pour une toile. Ces fils passent ensuite, ceux de $a'$ sous $b$, ceux de $a''$ sur $c$.

$b$ sont une demi-lisse ($b'$) et une lisse ($b''$). La lisse soutient la demi-lisse, qui part d'en haut pour s'arrêter à la moitié de la lisse qui lui sert de maintien.

$c$ sont une lisse ($c'$) et une demi-lisse ($c''$). La lisse soutient la demi-lisse, qui part d'en bas pour s'arrêter à la moitié de la lisse qui lui sert d'appui.

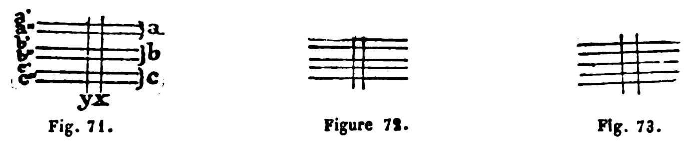



Fig. 71. Figure 72. Fig. 73.

Le harnais de gaze, vu en plein, ne laisse voir que les lisses $a'\ a''\ b'\ b''\ c'$, quant à $c''$, elle est cachée par $c'$, d'où vient l'usage de ne représenter la gaze que par cinq lignes horizontales pour le remisse, d'où le montage (fig. 72) qu'en pratique on dessine sans ménager les intervalles (fig. 73).

Les points que l'on place habituellement à l'intersection des lisses et des marches ne se représentent pas sur le montage de gaze, qui est trop connu des ouvriers, à qui on ne donne pour montage, sur le papier, que les effets de tissu à obtenir, étrangers à la gaze ordinaire.

L'effet tamatave s'obtient par l'addition d'une marche, qui a pour objet de faire lever la chaîne pour former un des deux effets de la toile ordinaire entre chacune des deux duites constituant la gaze.

Dans le tissage, la formation des duites s'appelle *pas*.

Les deux pas qui forment la gaze sont : 1° le pas de gaze, qui fait le tour; 2° le pas dur, qui fait toile.

Le pas formé par la troisième marche pour obtenir la tamatave fait toile en contre-semplant le pas dur.

De sorte que le pas dur et le pas de tamatave ensemble font ce qu'on nomme de la bonne toile.

Pour obtenir tamatave, on tisse : pas de gaze, pas de tamatave, pas dur, pas de tamatave; et on recommence. La deuxième et la quatrième duite sont semblables ; une seule marche que l'on répète sert à les former.

Un effet de gaze ou de barége exige donc 5 lames et 2 marches.

Un effet de tamatave exige donc 5 lames et 3 marches.

Si, dans une même étoffe, on veut plusieurs effets de barége ou de tamatave, il faut plusieurs fois 5 lames : c'est une grande complication pour le montage.

Pour avoir seulement cinq effets de gaze avec des ornements de tamatave, il faut 5 fois 5 lames, ou 25 lames, et 5 fois 3 marches ou 15 marches. Énoncer cette difficulté, c'est la repousser.

Il s'agissait cependant de ne pas repousser une difficulté. Il fallait que les effets de gaze, tels compliqués qu'ils fussent, trouvassent une solution pratique, c'est-à-dire d'une facilité telle, que l'ouvrier y gagnât facilement sa journée, en laissant au fabricant la possibilité de réaliser un bénéfice normal.

Nous avons résolu le problème par l'application des rabats, dont nous avons eu la hardiesse d'exagérer l'emploi.

Depuis longtemps les rabats servent à annuler les levées qui gênent les liages; mais l'usage en est restreint. On ne les utilise que pour diviser des fils : nous nous en servons pour la division des effets.

Le rabat consiste en une lame ou lisse, dans laquelle passent les fils levés par le harnais ou remisse de fond.

La lame de rabat est commandée par une marche spéciale.

L'ouvrier tisse la gaze et la tamatave en appuyant le pied droit sur les marches de ces armures; il fait mouvoir la marche de rabat à l'aide du pied gauche.

La marche du rabat correspond à une tire-lisse qui fait baisser la lame de rabat. Cette lame est maintenue d'en haut par deux cordes réunies en Λ, comme les autres lames. A l'angle formé par la réunion des deux cordes est un bricoteau qui correspond, comme tous les bricoteaux, à une corde verticale. L'extrémité de cette corde opposée à l'attache du

bricoteau correspond à une élastique qui rappelle la lame de rabat à sa position première, après le fonctionnement du rabat.

La figure 74 représente tout le système.

M est la marche ou pédale sur laquelle l'ouvrier appuie le pied gauche.

C est la corde qui fait correspondre la marche à la tire-lisse.

T est la tire-lisse.

CC est la corde qui fait baisser la lame de rabat quand la marche est foncée.

L est la lisse de rabat.

C‴C‴ les cordes en Λ qui attachent la lame au bricoteau.

B est le bricoteau.

C⁗ est la corde verticale qui tient au bricoteau et à l'élastique.

E est l'élastique fixée au sol.

Les lisses de la lame de rabat n'ont pas d'anneaux ; leur partie inférieure a une hauteur suffisante pour laisser former l'angle de la chaîne.

Quand des fils sont levés par le harnais de gaze, que ces fils sont passés dans la lisse L, où ils jouent librement en levée, si on rabat cette lisse L jusque sur le seuil du battant, les fils qui y sont passés se rabattent et ne prennent pas la trame.

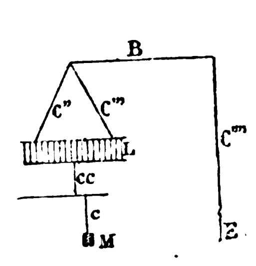



Fig. 74.

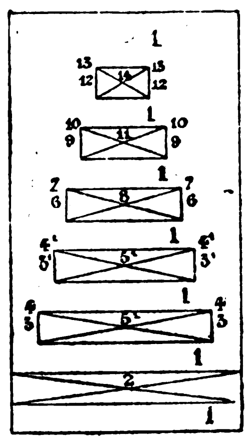



Fig. 75.

Comme application, nous représentons (fig. 75) un lez de robe barége, avec ornement dégradé en tamatave.

Le barége est léger, la tamatave est épaisse.

La couleur de la tamatave est opposée à la couleur du fond, ou bien la matière filée de la tamatave diffère de la matière filée du fond.

Les rectangles coupés par des diagonales représentent la tamatave. Voici le nombre des effets :

N° 1. Fond dans toute la largeur.

N° 2. Tamatave en travers.

N° 3 et n° 3′. Fond faisant marge.

N° 4 et n° 4′. Couture tissée du fond et de la tamatave.
N° 5 et n° 5′. Tamatave.
N° 6. Fond faisant marge.
N° 7. Couture tissée du fond et de la tamatave.
N° 8. Tamatave.
N° 9. Fond faisant marge.
N° 10. Couture tissée du fond et de la tamatave.
N° 11. Tamatave.
N° 12. Fond faisant marge.
N° 13. Couture tissée du fond et de la tamatave.
N° 14. Tamatave.
Les nos 1 et 2 se font avec un même harnais, soit 5 lames.

Chacun des effets de 3 à 14, soit 15 effets, exige un harnais, soit 15 fois 5 lames ou 75 lames, qui, ajoutées aux 5 harnais des effets 1 et 2, forment un total de 80 lames pour tisser l'étoffe.

Quant aux marches, trois suffisent pour les nos 1 et 2; mais les petits fonds 3, 3′, 6, 9, 12, en demandent chacun 2, soit 10 à ajouter, ou 13. Puis, les coutures barége et tamatave 4, 4′, 7, 10, 13, en veulent chacune 3, soit 12 en plus, ou 25. Enfin, il en faut encore 3 à chacun des effets tamatave 5, 5′, 8, 11, 14, soit encore 15 : ou un total de 40 marches.

Que l'on se figure un métier monté avec 80 lames et 40 marches, et on se rendra compte de l'impossibilité pratique d'obtenir des effets dégradés comme ceux de la figure 75 que nous avons tracée.

Au lieu de tout cet attirail, nous employons un seul harnais de fond, auquel nous adaptons des lames de rabat, qui sont mises en mouvement par des marches spéciales.

Chaque lame de rabat a sa marche. Toutes les lames de rabat sont disposées comme celle dont nous avons donné la figure.

Dans le lez d'étoffe dont nous avons représenté (fig. 75) l'aspect à 5 dégradations, chaque fond faisant marge a sa lame de rabat, chaque couture a sa lame de rabat, chaque tamatave coupée a sa lame de rabat; mais, comme des fractions de fond coupé correspondent à des coupures ou à des tamataves coupées, il en résulte que des fils peuvent être passés dans des lames de rabat qui fonctionnent, à mesure des besoins, soit pour fond, soit pour tamatave. Ainsi, les fils du fond du n° 3, qui baissent quand on fait n° 3′, baissent aussi quand on fait fond n° 6, quand on fait n° 8, et ainsi de même jusqu'à la fin. Tandis que des fils qui baissent dans le n° 14, n'ont pas baissé dans le n° 3′ et dans le n° 5. De là la nécessité d'avoir autant de lisses de rabat qu'il y a d'effets qui dégradent.

Les coutures doivent avoir chacune leur lisse de rabat, parce que la ligature du fond et de la tamatave exigeant que les fils qui la forment ne rabattent pas quand on tisse : 1° le fond coupé; 2° la tamatave coupée, il faut de l'isolement à ces fils de couture. Il y a autant de coutures que de dégradations. Il faut donc autant de lisses de rabat qu'il y a de coutures.

On a donc, d'après notre système, dans l'exemple figure 75 :

1° Les 5 lisses gaze et fond ;
2° — 5 lisses de rabat pour les dégradations ;
3° — 5 lisses de rabat pour les coutures ;
4° — 1 lisse de rabat en plus pour finir.

Soit. . . 16 lisses en tout, au lieu de 80 lames sans les rabats, comme dans les moyens ordinaires de montage.

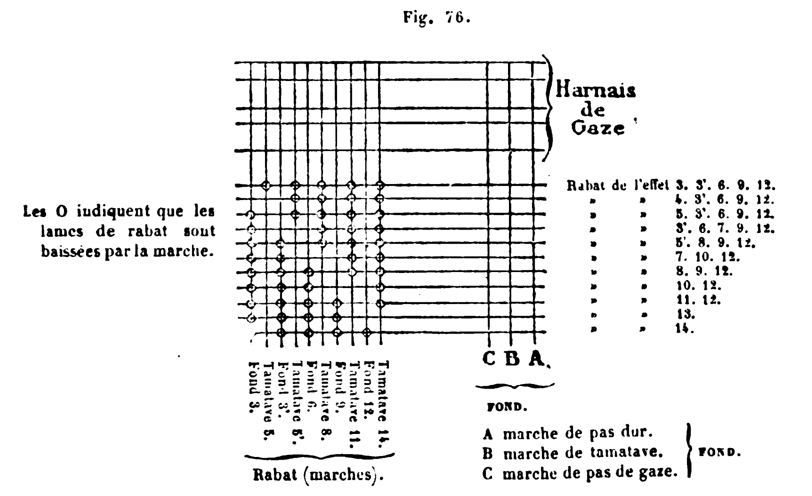
Le nombre de lisses de rabat est égal au nombre de dégradations plus une.

Le nombre de marches de rabat est le double du nombre de dégradations, parce qu'il y a, par dégradation, une marche pour le fond coupé, et une marche pour la tamatave coupée. La couture se forme en même temps que le fond coupé et la tamatave coupée.

Dans le lez d'étoffe dont nous avons représenté (fig. 75) l'aspect à 5 dégradations, il y a 5 dégradations : il faut 10 marches de rabat, qui, ajoutées aux 3 de fond, forment un total de 13 marches, au lieu des 40 marches sans les rabats, comme dans les moyens ordinaires de montage.

Voici (fig. 76) le montage du métier servant à tisser l'étoffe dont nous avons représenté un lez à 5 dégradations.

Fig. 76.




EUGÈNE PARANT.

# REVUE DE CHIMIE PRATIQUE ET THÉORIQUE.

**Procédé pour débarrasser les minerais de fer de l'acide phosphorique.** — Pour purifier certains minerais de fer renfermant beaucoup de phosphates, M. A. Stromeyer [1] propose de les calciner d'abord pour chasser tout l'acide carbonique, d'enlever la chaux par les lavages et de séparer les phosphates de la chaux et de l'oxyde de fer au moyen de l'acide chlorhydrique étendu. Comme on ne peut pas facilement pulvériser les minerais, on doit employer de l'acide chlorhydrique à 28 p. °/₀, étendu de 4 parties d'eau, et laisser digérer les matières pendant 24 heures à la température ordinaire.

Ce procédé, très-rationnel en théorie, nous paraît être compliqué de difficultés trop nombreuses pour qu'on puisse l'appliquer industriellement.

**Emploi de l'oxyde de chrome pour polir les métaux [2].** — D'après M. Stœss, l'oxyde de chrome du commerce préparé pour la peinture sur porcelaine ne peut pas servir pour polir les métaux durs. Pour cet usage il faut employer l'oxyde obtenu par la calcination (au blanc) du chromate acide de potasse : un équivalent d'acide chromique se décompose tandis que l'autre équivalent reste combiné avec la potasse à l'état de chromate neutre qu'on sépare par lessivage. Cet oxyde de chrome doit rendre de très-bons services surtout pour le polissage de l'acier. (C'est un fait connu depuis longtemps.)

**Préparation de l'acide chromique et des chromates.** — M. Fr. O. Ward [3] a fait patenter un procédé dont le principal avantage consiste dans l'abaissement ou diminution de la température à laquelle il faut opérer. M. Ward fond le minerai de chrome concassé et additionné des diverses matières nécessaires avec du spath fluor en poudre : les proportions varient suivant la richesse des minerais. Le spath fluor joue le rôle de fondant en même temps qu'il favorise et active la réaction qui s'opère alors à une température très-inférieure à celle qu'exigent les méthodes ordinaires. Après refroidissement, la masse est lessivée, la lessive purifiée et évaporée à cristallisation comme d'habitude.

## Les sels de potasse, de soude et de magnésie de Stassfurth (Prusse), par MM. Bischoff [4], Joulin et autres.

L'exploitation des dépôts salins de Stassfurth constitue pour l'industrie chimique un fait d'une importance majeure, car d'après la richesse de ces dépôts en sels de potasse, il est probable que pendant une longue série d'années Stassfurth sera la source principale d'où l'on tirera toute la potasse dont on aura besoin pour la fabrication de produits chimiques.

A côté de la richesse presque inépuisable de ces dépôts (il est démontré qu'ils pourront fournir au moins 25 millions de tonnes de chlorure de potassium), les conditions d'exploitation y sont tellement faciles et économiques, que les autres sources

1, *Deutsche Industriezeitung*, 1865, n° 17.

2. *Zeitschr. des Ver. deutscher. Ingen.*, 1865, t. IX, p. 415.

3. *Mechanics' Magazine*, avril 1865, p. 232.

4. F. Bischoff. *Les mines de sel de Stassfurth.* Halle, 1864.— Joulin. *Les potasses et soudes de Stassfurth. Bull. Soc. chim.*, 1865, mai, p. 323, etc.

de sels potassiques[1] ne sauraient guère soutenir la concurrence, et ne pourront se maintenir que dans des circonstances exceptionnelles.

Le gouvernement prussien, par suite de l'insuffisance de ses salines, se décida à ouvrir une mine de sel gemme à Stassfurth. De 1851 à 1856, on creusa deux puits de 335 mètres de profondeur, qui aboutissent dans les régions du sel gemme impur. L'extraction de ce dernier commença en 1857, mais ce ne fut qu'en 1859 que l'on reconnut la valeur de l'*abraumsalz*, ou *kalisalz* constituant les couches supérieures, et qu'on se mit à l'exploiter.

En 1858, le gouvernement du duché d'Anhalt, dont le territoire entoure au midi presque entièrement Stassfurth, commença également, à 1200 mètres des puits prussiens, le creusement d'un puits; l'exploitation du sel gemme est restée très-faible, mais celle du kalisalz a pris depuis 1862 un très-grand développement. Par suite de l'inclinaison ascendante des couches, le puits d'Anhalt a rencontré le sel gemme déjà à 480 pieds, tandis que dans les puits prussiens il a fallu descendre à 816 pieds (différence de plus de 100 mètres).

Le gisement salin peut être divisé de bas en haut, en quatre étages, passant graduellement l'un dans l'autre.

*Premier étage. Région de l'anhydrite.* 214$^{m}$,4 d'épaisseur.

Le sel gemme se compose de bancs de sel gemme pur de 0$^{m}$,02 à 0$^{m}$,17, en moyenne de 0$^{m}$,09 d'épaisseur, alternant avec des cordons minces d'anhydrite de 0$^{m}$,006, friable, cristalline et colorée en gris par des substances bitumineuses. Le sel gemme renferme dans des cavités, par kilogramme, environ 3 1/2 centimètres cubes d'un gaz inflammable, dont la composition est en volumes :

| | |
|---|---|
| Gaz des marais | 85 |
| Acide carbonique | 3 |
| Air atmosphérique | 12 |
| | 100 |

*Second étage. Région de la polyhalite.* 62$^{m}$,6 d'épaisseur.

Dans les bancs de sel gemme, les cordons d'anhydrite sont remplacés graduellement par des cordons plus épais, 0$^{m}$,03 en moyenne de polyhalite, ayant pour formule : $2\,(SO^3,CaO) + SO^3,MgO + SO^3KO + 2\,HO$.

Le sel commence à renfermer de petites quantités de chlorures de magnésium et de potassium.

*Troisième étage. Région de la kiesérite.* 57 mètres d'épaisseur.

La kiesérite caractérisant cette région est un sel blanc, de 2.517 pes. spéc. dont la composition est représentée par la formule : $SO^3,MgO + HO$.

Ce sulfate de magnésie monohydraté est d'un blanc grisâtre, translucide, et devient opaque par l'exposition à l'air. Mêlé à de l'eau, il l'absorbe d'abord en augmentant de volume et se solidifiant comme du ciment; il finit par se dissoudre à 19° c., 100 parties d'eau dissolvent 40.9 de kiesérite.

Ce sel se présente en bancs de 0$^{m}$,025 à 0$^{m}$,3, qui alternent avec du sel gemme, et sont accompagnés de carnallite (chlorure double de magnésium et de potassium). L'épaisseur des bancs de kiesérite augmente à mesure qu'on s'élève.

La composition moyenne de la couche peut être représentée par :

| | |
|---|---|
| Sel marin | 65 |
| Kiesérite | 17 |
| Carnallite | 13 |
| Anhydrite | 2 |
| Chlorure de magnésium hydraté | 3 |
| | 100 |

1. *Lixiviation des cendres, attaque calcifluorique des feldspaths, extraction des potasses des eaux mères des salines et marais salants, des salins de betteraves; etc.*



*Quatrième étage. Région de la carnallite.* Épaisseur, 42 mètres.

Dans cette région s'est faite la séparation des sels les plus solubles; le sulfate de chaux a disparu, et même le sel ordinaire et le sulfate de magnésie y sont comparativement des sels peu solubles, dont la majorité a été déposée dans les étages inférieurs, et qui se trouvent en conséquence en minorité dans l'étage supérieur. On rencontre bien encore des bancs de sel gemme et de kiesérite, mais la carnallite prédomine.

La couche n'est pas homogène, mais les différents sels forment des zones et couches assez bien définies, nettement séparées et diversement colorées.

La kiesérite a conservé sa couleur blanc grisâtre; le sel gemme est généralement fortement coloré par des substances bitumineuses, et la carnallite présente toutes les nuances, depuis le blanc transparent au rouge clair, rouge foncé et brun rouge. Cette coloration est due à des écailles microscopiques de fer oligiste ou spéculaire, qui donnent au sel quelquefois l'apparence de l'aventurine; mais les variétés les plus colorées de carnallite ne renferment que 0.075 p. 100 d'oxyde ferrique.

La *carnallite*, d'une densité de 1.618, est cristalline, à cassure conchoïdale, et renferme :

| | |
|---|---|
| Chlorure de potassium | 26,76 |
| Chlorure de magnésium | 34,50 |
| Eau | 38,74 |
| | 100,00 |

Sa formule est : $2\,ClMg + ClK + 12\,HO$.

Les couches de carnallite sont plus épaisses vers le toit; la composition moyenne de cet étage peut être représentée par :

| | |
|---|---|
| Carnallite | 55 |
| Sel marin | 25 |
| Kiesérite | 16 |
| Chlorure de magnésium hydraté | 4 |
| | 100 |

La carnallite n'a pu se déposer que dans des solutions renfermant un excès de chlorure de magnésium. En la traitant par de l'eau bouillante, ce dernier sel reste en solution et le chlorure de potassium cristallise.

On rencontre encore, surtout dans la mine d'Anhalt et dans la région de la kiesérite, du chlorure de potassium pur, la *sylvine*, p. sp. = 2.025, ressemblant tout à fait, par ses caractères physiques, au sel gemme.

Dans les couches supérieures de la mine prussienne on trouve la *tachydrite*, dont la formule est : $2\,ClMg + Cl\,Ca + 2\,HO$.

Ce sel est déliquescent et dégage 7°.75 c. de chaleur en se dissolvant dans quatre fois son poids d'eau, tandis que la sylvine produit dans les mêmes conditions un abaissement de température de — 11°.5c., le sel marin de — 2°, et la carnallite de — 1°.75 c.

On rencontre enfin encore, mais rarement, de la *boracite*

$$2\,(3\,MgO + 4\,BO^3) + MgCl$$

renfermant assez souvent des rognons de carnallite et de tachydrite.

La boracite est d'un blanc de neige, texture grenue fine ou compacte, densité = 2.667.

Le gisement salin de Stassfurth ne renferme ni lithine, ni iode, mais on y a décelé des traces de brôme, de caesium et de rubidium.

La formation de ce gisement et sa constitution s'expliquent en admettant que les eaux salées du lac de Stassfurth, à mesure qu'elles s'évaporaient, se renouvelaient sans cesse soit par les produits de la dissolution de formations salines voisines, soit par les eaux de l'Océan qui recouvraient la basse Allemagne jusqu'à l'apparition du terrain parisien. Aussi longtemps que les solutions n'étaient pas saturées il se déposait du sulfate de chaux, et quand la saturation était atteinte le sel marin se précipitait; c'est ce qui explique la concordance des cordons de sulfate de chaux et des bancs de sel gemme, qui représentent deux à deux les résultats de l'évaporation d'une année.

Lorsque les affluents du lac de Stassfurth vinrent à tarir, les eaux, en continuant à se concentrer, prirent de plus en plus les caractères des eaux mères actuelles; les sels déliquescents commencèrent à se déposer avec le sel marin, et le sulfate de chaux, en se combinant avec les sulfates de magnésie et de potasse, se transforma en polyhalite; puis le sulfate de magnésie, qui était avec le sel marin le moins soluble des sels restant en dissolution, se déposa dans l'étage de la kiesérite; finalement se déposèrent, avec le reste des sels, les chlorures de potassium et de magnésium constituant la carnallite.

L'absence de sulfate de soude semble indiquer que les dépôts se sont faits à des températures inférieures à 50° c.

Mais, d'un autre côté, à une aussi basse température, le sulfate de chaux aurait dû se déposer à l'état de gypse ($SO^3, CaO + 2HO$), et le sulfate de magnésie à l'état de sel amer (bittersalz) $SO^3, MgO + 7HO$, non à l'état d'anhydrite et de kiesérite, dont la formation exige une température d'au moins 100°. On est ainsi amené à admettre qu'après la formation complète du gisement, et probablement lors des soulèvements qui suivirent l'époque triassique, il s'est produit dans les couches salines une température de 100 à 120°, qui a amené les sulfates de chaux et de magnésie à l'état actuel; le temps et la pression ont également pu influencer sur l'état d'hydratation de ces sels.

La sylvine et la tachydrite proviennent probablement aussi de modifications ultérieures et secondaires[1] des combinaisons primitives du dépôt. Quant à la boracite, la forme globuleuse fait présumer qu'après la formation du gisement, des vapeurs riches en acide borique sortirent des profondeurs de la terre, traversèrent les fissures du dépôt, et ne s'arrêtèrent qu'en rencontrant le chlorure de magnésium qu'elles pouvaient décomposer.

### Utilisation du gisement salin de Stassfurth.

Des différentes couches salines qui viennent d'être décrites, ce ne sont que le sel gemme et la carnallite (kalisalz) qui jusqu'ici sont l'objet d'une grande exploitation.

Les sels sont abattus à la poudre et débités au pic. Le kalisalz subit un triage dans la mine, mais on ne le débarrasse pas entièrement du sel marin et de la kiesérite, et les sels bruts livrés au commerce ne renferment que 66 p. 100 en moyenne de carnallite, soit 16 à 17 p. 100 de chlorure de potassium.

Le sel gemme et le kalisalz sont vendus soit en morceaux, soit triturés. Le prix de revient des 100 kilos de sel gemme varie de 50 à 60 centimes, et celui des 100 kilos de kalisalz de 66 à 75 cent. La trituration augmente ces prix de 20 cent. environ.

1. *Lixiviations partielles par des eaux plus ou moins chaudes, et refroidissement subséquent des solutions.*



Les quantités extraites ont été jusqu'à ce jour les suivantes :

| | 1859 | 1860 | 1861 | 1862 | 1863 | 1864 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puits de Prusse..... | 21.5 | 280 | 2311 | 19609 | 41899 | 57127 | Tonnes. |
| Puits d'Anhalt..... | » | » | » | » | 30000 | 58327 | » |
| Total de l'extraction. | 21.5 | 280 | 2311 | 19609 | 71899 | 115454 | Tonnes. |

Les gouvernements de Prusse et d'Anhalt se sont engagés à vendre le kalisalz de leurs puits au même prix, qui a été tenu très-élevé comparativement au prix de revient; dans ces derniers temps ces prix ont été sensiblement réduits, comme le montre le tableau suivant. Les 100 kilos ont été livrés à l'industrie pour :

| | 1860 | 1861 | 1862 | 1863 | 1864 | 1865 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kalisalz en morceaux. | 1 fr. 52 | 1 fr. 69 | 2 fr. 06 | 2 fr. 31 | 2 fr. 06 | 1 fr. 62 |
| — moulu...... | 1 72 | 1 97 | 2 27 | 2 47 | 2 27 | 1 82 |

*Fabrication de sels de potasse au moyen du kalisalz.*

La composition moyenne du kalisalz commercial est la suivante :

| | |
|---|---|
| Chlorure de potassium..................... | 16 |
| — de sodium......................... | 25 |
| — de magnésium................... | 20 |
| Sulfate de magnésie.... .................... | 10 (kiesérite). |
| Impuretés et eau........................... | 29 |
| | 100 |

A. *Fabrication de chlorure de potassium.*

Dans de grandes cuves de 20 mètres cubes de capacité, on introduit 20,000 kil. de kalisalz et de l'eau froide, qu'on porte à l'ébullition par de la vapeur à 120°. La charge est dissoute en trois heures; on laisse reposer dix heures, et l'on décante la solution très-chaude, qui marque 32° Baumé, dans des cristallisoirs en tôle ou en fonte, où se déposent au bout de quatre jours des cristaux de chlorure de potassium, mélangés de chlorures de sodium et de magnésium. On obtient de 1600 à 1700 kilos de sels, dont la richesse en Cl K varie de 60 à 70 p. 100.

partie non dissoute, composée de la plus grande partie du sulfate de magnésie et du chlorure de sodium, est retirée à la drague et entassée autour des fabriques. La composition de ce résidu est :

| | |
|---|---|
| Sulfate de chaux.................................. | 4.8 |
| — de magnésie... ................................ | 29.1 |
| Chlorure de sodium.................................. | 54.1 |
| — de potassium................................ | 3.1 |
| — de magnésium.............................. | 3.0 |
| Matières insolubles.................................. | 0.3 |
| Eau de composition.................................. | 5.6 |
| | 100.0 |

Ce résidu, actuellement jeté, sera certainement utilisé plus tard.

En ajoutant de la kiesérite purifiée, de manière à ce qu'il y ait en présence, sur un équivalent de sulfate de magnésie, à peu près un demi équivalent de chlorure de sodium, on pourra le faire servir à la production de sulfate de soude cristallisé et hydraté (sel d'Epsom), en opérant de deux manières différentes, suivant les saisons.

En hiver, on dissoudra le tout dans de l'eau tiède (sur 58 Cl Na, la solution devra renfermer 40 $SO^3$, MgO), et on exposera la solution à une température très-basse. Il y aura double décomposition, formation de chlorure de magnésium et de sulfate de soude. Ce dernier cristallisera avec 10 équivalents d'eau. Les quantités indiquées pourraient fournir 106 parties de sel d'Epsom

$$SO^3NaO + 10\,aq.$$

si une certaine partie de sulfate de soude ne restait dans les eaux mères, où l'excès de Cl Na est utile en en diminuant la solubilité.

En été, on pourrait calciner dans des fours à réverbère le mélange d'équivalents égaux de sulfate de magnésie et de sel marin (58 Cl Na + 60 $SO^3$ MgO) sous l'influence de vapeur d'eau.

Il se dégage de l'acide chlorhydrique, et il reste pour résidu du sulfate de soude et de la magnésie, qu'on sépare par dissolution dans l'eau et cristallisation. On peut ainsi obtenir 161 $SO^3NaO + 10\,aq.$

La réaction est représentée par l'équation

$$ClNa + SO^3MgO + HO = SO^3, NaO + MgO + HCl.$$

Les découvertes récentes de l'hydraulicité de la magnésie et des propriétés remarquables de l'oxychlorure de magnésium promettent de trouver un emploi avantageux au chlorure de magnésium et à la magnésie.

Revenons au chlorure de potassium brut et à ses eaux mères, qui sont écoulées dans la citerne des eaux à évaporer, où il se dépose encore une certaine quantité de ClK.

En lavant le sel brut avec un peu d'eau pure, on l'amène à une teneur de 80 p. 100 de ClK, on le sèche dans un four, on l'embarille en tonneaux et on le livre au commerce.

Le chlorure de potassium commercial renferme en moyenne :

| | |
|---|---|
| Chlorure de potassium | 8`,00 |
| Chlorure de sodium | 15,80 |
| Sulfate de potasse | 0,50 |
| Sulfate de magnésie | 0,50 |
| Eau | 1,20 |
| | 100,00 |

Les eaux de lavages sont dirigées dans la citerne des eaux mères.

Ces dernières, marquant de 26° à 28° Bé, sont concentrées dans des chaudières chauffées soit à feu nu, soit à la vapeur, jusqu'à 36° Bé.

Pendant l'évaporation il se dépose du sel marin, tandis que les chlorures de potassium et de magnésium restent en solution. Le sel déposé renferme :

| | |
|---|---|
| Chlorure de sodium | 65 |
| Sulfate double de potasse et de magnésie | 30 ($SO^3KO + SO^3MgO + 6\,HO$) |
| Chlorure de potassium | 3 à 6 p. 100. |

En lavant ce sel avec un peu d'eau, on l'amène à ne renfermer plus que 2 p. 100 de ClK. Les eaux de lavages servent à la dissolution du kalisalz.

Les eaux concentrées à 36° Bé qui renferment un grand excès de chlorure de magnésium sont décantées dans des cristallisoirs, où l'on recueille de beaux cristaux de carnallite artificielle.



Les eaux mères de la carnallite renferment :

| | |
|---|---|
| Sulfate de magnésie | 2,5 |
| Chlorure de sodium | 0,2 |
| Chlorure de potassium | 2,3 |
| Chlorure de magnésium | 30,2 |
| Eau | 64,8 |
| | 100,0 |

Ces eaux mères ont été longtemps jetées, mais depuis la fin de 1864 elles servent dans quelques fabriques à la préparation de sels de magnésie et peut-être de magnésie.

La carnallite artificielle est traitée comme la carnallite naturelle, en la dissolvant dans l'eau bouillante et laissant cristalliser la solution saturée qui marque 36° Baumé.

Le chlorure de potassium ainsi obtenu renferme avant lavage à l'eau 80 à 82 p. 100, et après lavage 85 à 90 p. 100 de ClK pur.

Les eaux mères, qui sont une solution concentrée de chlorure de magnésium, sont jetées, Nous avons déjà indiqué de quelle manière elles pourraient être avantageusement employées.

Le rendement du kalisalz en ClK commercial d'après le mode de traitement décrit est le suivant :

700 kil. de kalisalz à 16 p. 100 de Cl K en moyenne renferment 112 kil. de ClK pur ou 140 kil. de ClK à 80 p, 100 de pur; on n'en retire que 100 kil. (les 3/5 dans la première cristallisation, et 2/5 dans la dernière); la perte est donc de 40 kil., soit les 2/7 de la quantité de ClK contenue dans le kalisalz.

Une certaine quantité de chlorure de potassium est employée à Stassfurth à la fabrication de salpêtre, par double décomposition avec le nitrate de soude du Chili.

Avec le prix du kalisalz à 1 fr. 74 les 100 kil., le compte d'une fabrique de ClK s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| 700 kil. kalisalz broyé à 1 fr. 74 les 100 kil. | 12f,18 |
| Main-d'œuvre, combustible, emballage, etc. | 7,00 |
| Frais généraux | 0,50 |
| Intérêts et amortissement d'une usine de 250,000 fr. répartis sur une fabrication de 2,000,000 de kil. | 1,50 |
| 100 kil. de chlorure de potassium à 80 p. 100 reviennent à | 21f,18 |

Ces sels rendus à Paris reviendraient à 27 fr. 80 les 100 kil., la moindre dépense de transport s'élevant à 6 fr. 65.

B. *Fabrication de sulfate et de carbonate de potasse.*

En calcinant du sulfate de magnésie (kiesérite) avec du chlorure de potassium, d'après le procédé de M. Ramon de Luna, M. le docteur Klemm a transformé une certaine quantité de ce dernier sel en sulfate. Depuis, M. le docteur Droncke, d'après un procédé encore tenu secret, a réussi à opérer cette double décomposition par voie humide, et a obtenu du sulfate de potasse renfermant 95 p. 100 de $SO^3,KO$ pur. La transformation de $SO^3KO$ en $CO^2KO$, d'après le procédé Leblanc, a été également commencée à Stassfurth, mais n'a point acquis jusqu'ici une importance notable.

M. Klemm, dans un brevet d'invention du 6 octobre 1863, reproduit dans le *Bulletin de la Société chimique*, 1864, I, p. 297, a publié sur ces transformations les observations suivantes.

En exposant une dissolution de kiesérite ou de $SO^3MgO$ dans du ClK à une pres-

sion de vapeur de 10 atmosphères, toute la potasse se précipite à l'état de sulfate anhydre.

La kiesérite calcinée avec les chlorures alcalins les décompose plus facilement que ne le fait le sulfate de magnésie ordinaire.

En employant deux équivalents de kiesérite pour un équivalent de chlorure et en agissant en présence de vapeur d'eau, le chlorure perd son chlore à l'état d'acide chlorhydrique à une température inférieure à son point de fusion et se transforme en sulfate.

La kiesérite, fort peu soluble dans l'eau pure (ce n'est qu'à la longue qu'elle s'y dissout en s'hydratant davantage, effet qui est aussi obtenu par une exposition prolongée à l'air), se dissout facilement dans les dissolutions chaudes des chlorures alcalins.

En faisant bouillir de l'eau contenant des quantités équivalentes de kiesérite et de sel marin, la moitié de ce dernier se décompose et forme avec la moitié de la kiesérite un sel double : $SO^3, NaO + SO^3, MgO$.

En employant une quantité double de kiesérite et faisant bouillir longtemps, on peut rendre la décomposition complète.

Si l'on ajoute à une dissolution du sel double ($SO^3MgO + SO^3KO$), deux équivalents de ClNa et exposant la solution saturée à un froid de 18 à 20° c., le chlorure de potassium reste en dissolution et il se forme une cristallisation de sulfate de soude $SO^3NaO + 10$ aq.

Le sel $SO^3MgO + SO^3KO$ n'est point décomposé en concentrant la solution aqueuse; tandis que le sel double $SO^3MgO + SO^3NaO$ laisse précipiter pendant l'évaporation du sulfate de soude en poudre cristalline anhydre.

M. Klemm propose d'utiliser ces sels doubles pour la fabrication des carbonates de soude et de potasse.

A cet effet, il calcine les sulfates doubles magnésico-sodique ou magnésico-potassique avec du charbon ou de la houille, dans un four à réverbère. Il se dégage de l'acide sulfureux et l'on obtient une masse fondue qu'on coule dans des vases en fer hermétiquement fermés. Après le refroidissement elle présente une masse poreuse renfermant du sulfure de sodium, de la magnésie, du carbonate de soude et le charbon en excès.

On la soumet à l'action simultanée de gaz carbonique et de vapeur d'eau. Il se dégage de l'hydrogène sulfuré et la masse se transforme en carbonate neutre de magnésie et bicarbonate de soude. En la chauffant à 300°, l'acide carbonique de la magnésie et du bicarbonate devient libre et décompose le restant du sulfure de sodium.

On n'a plus qu'à lessiver le tout pour obtenir un résidu de magnésie et une solution concentrée de carbonate de soude.

Cette méthode, quoique ingénieuse, présente des difficultés inhérentes à toutes les méthodes où il faut faire réagir du gaz carbonique sur des masses de matières, et surtout lorsqu'il faut encore exclure soigneusement la présence ou l'accès de l'air.

### *Fabrication des sels de soude à Stassfurth.*

Dans le numéro de novembre 1855 du *Bulletin de la Société chimique*, M. Joulin a fait connaître qu'on avait commencé à utiliser déjà sur une échelle assez considérable les résidus de la dissolution du kalisalz antérieurement jetés et entassés autour des fabriques, en se servant du procédé si ingénieux dû à M. Balard.

Ces résidus renfermant en moyenne :

20 à 30 p. 100 de kiesérite ou $SO^3MgO + HO$,
60 à 75 p. 100 de sel ordinaire,
10 à 15 p. 100 de substances insolubles,

offrent un mélange très-favorable à la production de sulfate de soude.

En effet, il résulte d'expériences faites à la saline Giraud en Camargue, qu'à la température de — 10° c., la proportion la plus favorable des sels est :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sulfate de magnésie. | 1 équiv. | = 123k,10 | $SO^3MgO + 7HO$ | ou 69k,10. $SO^3,MgO + HO$ (kiesérite) |
| Chlorure de sodium. | 1,7 » | = 99k,33 | ClNa. | |

ou très-approximativement 7 de kiesérite sur 10 de sel gemme.

Un excès de sel ne nuit pas, mais reste dans les eaux mères.

On opère à Stassfurth de la manière suivante :

Les résidus, après être restés longtemps étalés et exposés à l'air, sont dissous dans de l'eau tiède. Les lessives décantées et claires sont exposées pendant les nuits de gelées sur des tables salantes bétonnées, qui reçoivent une hauteur de liquide de 10 centimètres. La première nuit on obtient un dépôt de sel de Glauber ou d'Epsom,

$$SO^3NaO + 10aq.$$

de 3 à 4 centimètres; les eaux mères sont jetées et l'on fait arriver sur le dépôt salin une nouvelle quantité de lessives; on continue ainsi jusqu'à ce que le dépôt ait atteint une hauteur de 10 centimètres, et c'est alors qu'on récolte le sel.

Chaque nuit de gelée, on obtient en moyenne 30 kil. de sel de Glauber, soit 13 kil. de sulfate de soude calciné et anhydre par mètre carré de table salante.

Le sulfate de soude brut est recristallisé et fournit alors un sel très-pur, qu'on calcine pour le déshydrater.

Les prix de revient du sulfate de soude anhydre sont par 100 kil. :

| | |
|---|---|
| 454 kil. de résidus à 0 fr. 45 les 100 kil. | 2f,05 |
| Main-d'œuvre, combustible, pour dissolution, récolte et calcination du sel. | 2,75 |
| Intérêt et amortissement du capital | 0,70 |
| | 5f,50 |

On a vendu à Stassfurth les 100 kil. de sulfate de soude anhydre à 7 fr. 50, et de sulfate hydraté brut à 2 fr. 20.

La production a été l'hiver dernier de 2,500 tonnes de sel de Glauber, soit 1,100 tonnes de sulfate de soude calciné ; des dispositions sont prises pour fabriquer pendant l'hiver 1865-1866 environ 5,000 tonnes de sulfate calciné.

Les conditions de fabrication du sulfate sont bien plus favorables à Stassfurth que dans le midi de la France ; d'abord les hivers y sont bien plus rigoureux, puis les sources de matières premières bien plus abondantes : car outre les résidus de kalisalz, on y peut utiliser encore les rebuts de l'exploitation du kalisalz désignés sous les noms de kiesérite Salz et kieséritige Steinsalz (sel gemme kiesériteux), qui, ne renfermant que 4-5 p. 100 de ClK, sont trop pauvres pour être traités. Leur composition est en moyenne :

| | |
|---|---|
| Sel gemme | 60 |
| Kiesérite | 20 |
| Carnallite | 15 |
| Eau, ClMg, matière insoluble | 5 |
| | 100 |

Enfin, l'exploitation de la puissante région de la kiesérite peut fournir des quantités inépuisables des mélanges salins propres à la fabrication du sulfate de soude. Stassfurth ne peut donc manquer de prendre pendant une longue série d'années un développement des plus considérables, et son industrie exercera une influence des plus importantes sur celles des produits chimiques.

E. KOPP.

# NOUVEL APPAREIL DE COMBUSTION.

En annonçant, il y a trois mois, que M. Émile Martin, auteur du *Substituant du condenseur à surface*, venait de prendre un brevet pour un appareil dans lequel s'effectuent deux combustions successives, produisant le maximum du pouvoir calorique du combustible et permettant d'utiliser la presque totalité de la chaleur développée, nous avions promis de revenir sur cet appareil et de communiquer à nos lecteurs les renseignements que nous aurions recueillis.

Voici quelques données que nous empruntons à une circulaire de M. E. Martin lui-même, et qui est accompagnée de figures explicatives :

« Qu'elle soit lente ou rapide, la combustion de la houille dans les foyers des chaudières à vapeur est constamment accompagnée de la production d'une quantité très-variable d'oxyde de carbone.

« Il résulte d'expériences nombreuses faites sur des foyers de locomotives marchant à différentes vitesses que, dans les circonstances les plus favorables, la perte occasionnée par la production de l'oxyde de carbone a été de plus de 16 p. 100, tandis que, dans les plus défavorables, elle s'est élevée jusqu'à 51 p. 100 (soit une moyenne de 28.3 p. 100).

« Les expériences faites par MM. Ebelmen et Sauvage sur des locomotives du chemin de fer de Lyon, fonctionnant au coke, ont montré que, dans certains cas, la quantité d'oxyde de carbone s'est élevée à 7.58 p. 100, avec une charge sur les grilles de $1^{m}.09$ de coke : ce qui représente une perte d'environ 50 p. 100.

« En même temps que l'oxyde de carbone, il se produit aussi d'autres gaz qui échappent le plus souvent à la combustion.

« Si donc tous ces gaz combustibles ne sont pas finalement convertis en acide carbonique, ils passent dans la cheminée sans avoir produit aucun effet utile, autre que celui dû à leur chaleur sensible.

« On a pensé jusqu'ici (au moins dans la pratique industrielle) qu'il suffisait pour brûler ces gaz de les mélanger avec de l'air atmosphérique dans une proportion convenable.

« Mais c'est là une condition insuffisante. Il faut en effet, avec la proportion d'oxygène voulue, que cet oxygène ne se soit point altéré en traversant la grille du foyer chargée de combustible incandescent; il faut aussi, et surtout, que la température régnant dans la capacité où l'on veut brûler ces gaz soit très-élevée, — égale au moins à celle existant dans l'enceinte renfermant le combustible solide en incandescence.

« Or, la réalisation de toutes ces conditions indispensables s'obtient par l'emploi de l'appareil que l'on va décrire, et dans lequel s'effectuent deux combustions successives, produisant le maximum du pouvoir calorique du combustible et permettant d'utiliser la presque totalité de la chaleur développée.

« Notre appareil de combustion est représenté par les figures 77, 78 et 79.

« C'est dans un massif ou bloc, construit en matières éminemment réfractaires, élevé en face des tubes ou des carneaux de la chaudière dont l'enceinte est portée à une haute température, que s'opère la combustion de l'oxyde de carbone et des autres gaz combustibles.

« L'élévation de la température dans cette enceinte provient : 1° du rayonnement du foyer; 2° de la combustion même qui s'y effectue.

« De cette enceinte les produits de la combustion surchauffés sont transmis par





une série d'ouvertures AA dans les tubes ou les carneaux de la chaudière à vapeur. Une fois le massif ou bloc échauffé, la chaleur dégagée par la combustion est entraînée par les gaz qui ne renferment dans ces circonstances que peu ou point d'oxyde libre. On obtient journellement un bon résultat de cette innovation, qui, en outre de l'économie de combustible qu'elle offre, et qui serait pour les locomotives de 28 p. 100 en moyenne, a l'immense avantage de supprimer la production de la fumée, et permet l'utilisation de toute espèce de combustible, sans diminuer en rien la section de la grille, qui reste la même que précédemment; sans nuire en

Fig. 77. Fig. 78.

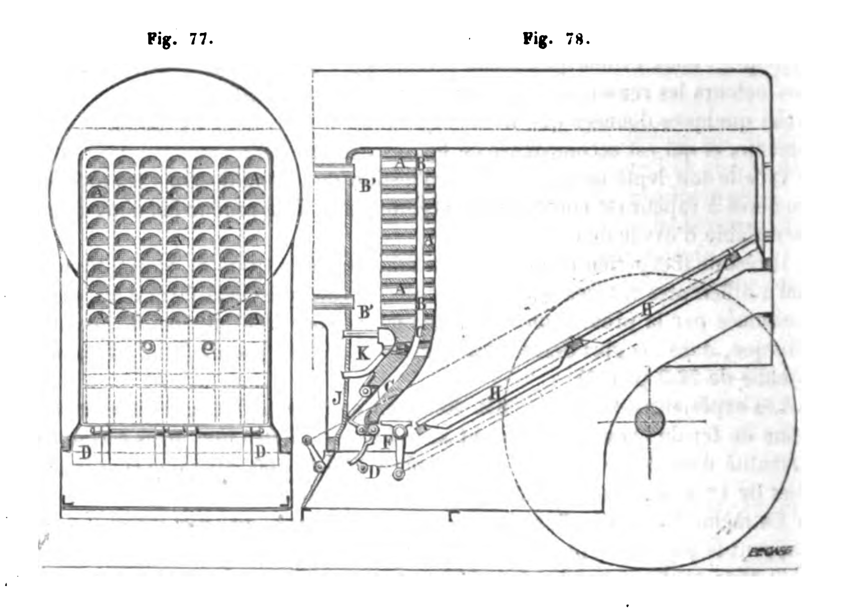
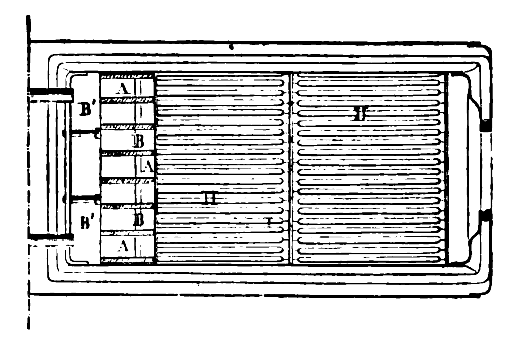



Fig. 79.




B B. Capacité ou chambre dans laquelle est amené l'air comburant destiné à brûler les produits gazeux s'échappant du foyer H.

B' B'. Capacité à parois réfractaires, dans laquelle viennent aboutir les conduits ou passages A A. On peut introduire de l'air atmosphérique dans cette chambre ou un jet de vapeur, selon le cas.

C C. Conduite en pièces réfractaires, munie d'une vanne à sa partie inférieure, laquelle doit former, quand elle est ouverte, une large embouchure conique.

D D. Valve pour l'admission de l'air dans la conduite chauffée C C, cet air étant destiné à se mélanger avec les produits du foyer H H, dans leur passage à travers les ouvertures A A.

F F. Porte à bascule pour l'extraction des escarbilles, cendres, etc.

H H. Grille ou foyer ordinaire, — incliné ou horizontal.

J. Trou d'homme donnant accès dans la capacité K.

K. Capacité destinée à recevoir la suie pouvant résulter du nettoyage des tubes de la chaudière.

rien à l'action du tirage dont l'énergie peut varier indéfiniment, selon le travail à produire; enfin, sans modifier en rien la construction des chaudières à vapeur, qu'elles soient déjà, ou non, en état de service. C'est dire en un mot que l'appareil est un complément indépendant, et qui se fixe de toutes pièces, sans rien changer à la construction usuelle.

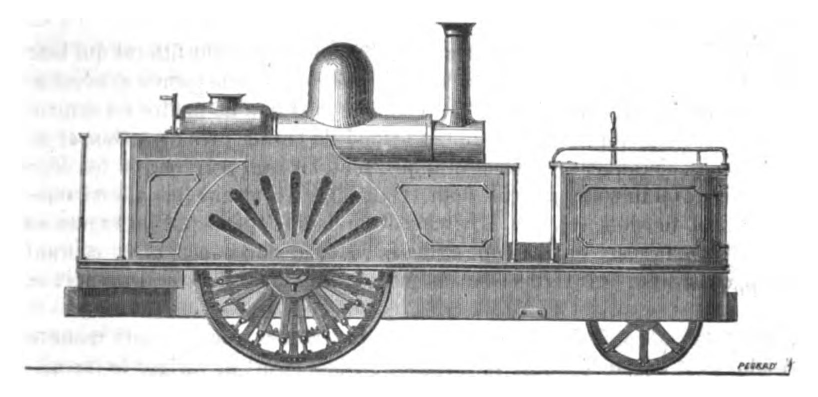


Fig. 80.

« Ce sont là des faits importants, qui appellent l'attention de MM. les Ingénieurs, et qui n'ont besoin d'aucun commentaire, la mise en œuvre les ayant pleinement confirmés, ce dont on peut se rendre compte, en demandant communication des rapports divers que nous sommes prêts à soumettre au public. »

M. E. Martin ajoute que ses brevets, quoique d'une date récente, ont déjà fait leurs preuves, au double point de vue de l'économie du combustible et de la fumivorité. Ces deux conditions essentielles ont été réalisées par l'appareil, dont l'application est demandée en Angleterre sur divers points, chemins de fer, grands établissements industriels, etc.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES

## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Travaux hydrauliques à la mer.** — Les ingénieurs des travaux hydrauliques à la mer ont, en Italie, à lutter incessamment contre une difficulté sans cesse renaissante : l'envahissement des ports par les vases et les sables, et la formation de bancs à l'embouchure des cours d'eau qu'ils obstruent au double détriment de la navigation et de l'écoulement des eaux douces.

Un travail fort remarquable publié récemment par M. Bouniceau, dans la *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles* [1], a signalé les difficultés de même nature contre lesquelles ont à lutter les ingénieurs des travaux hydrauliques dans plusieurs ports de mer de la France. Nous croyons donc qu'il peut être intéressant de résumer un rapport fort étendu que M. de Tessan vient de présenter à l'académie

1. *Études et notions sur les constructions à la mer*, par M. Bouniceau, ingénieur en chef des ponts et chaussées, volume de 422 pages, avec figures dans le texte et un atlas de 50 planches doubles. En vente à la Librairie des Ingénieurs civils. Prix, 10 francs.

des sciences sur un ouvrage de M. le commandant Alexandre Cialdi de la marine pontificale, ouvrage qui porte pour titre : *Sul moto ondoso del mare e su le correnti di esso, specialmente su quelle littorali* (sur le mouvement ondulatoire de la mer et sur ses courants, spécialement sur les courants littoraux). Le travail de M. Cialdi a d'ailleurs le mérite d'avoir une conclusion pratique et d'indiquer un expédient pour éviter la formation des barres, à l'entrée des canaux endigués qui conduisent de la mer dans les ports.

M. Cialdi ne fait pas dépendre les atterrissements du courant littoral qui longe à petite distance toutes les côtes de la Méditerranée ; dans cette théorie généralement acceptée jusqu'ici, les vagues n'auraient d'autre effet que de mettre en suspension dans l'eau les matériaux qui constituent le fond de la mer près des côtes, et de les livrer ainsi à l'action du courant littoral qui, seul, les transporterait et les déposerait aux lieux où ils s'accumulent. Pour M. Cialdi, au contraire, ces atterrissements dépendraient du transport vers le rivage et du dépôt, opérés par les vagues elles-mêmes, des matériaux qu'elles ont soulevés du fond de la mer, et le courant ne jouerait qu'un rôle très-secondaire ou même insignifiant dans ce transport et ce dépôt.

Partant de cette théorie dont il démontre l'exactitude par des faits nombreux, M. Cialdi s'est demandé s'il ne serait pas possible à l'art de diriger le travail des vagues, de manière à leur faire produire des érosions là même où naturellement elles produisent des atterrissements fâcheux : par exemple, à l'entrée des canaux endigués qui conduisent de la mer dans les ports, aux points mêmes où tendent à se former les bancs ou barres si nuisibles à la navigation et à l'écoulement des eaux douces, et à transformer ainsi, suivant la remarquable expression de Scott Russel, *les vagues, ces dangereux ennemis, en robustes esclaves.*

M. Cialdi pense avoir trouvé un expédient, relativement facile, pour opérer ce changement si désirable. Cet expédient est, d'après M. de Tessan, très-rationnel ; mais, comme le fait remarquer le savant académicien, lorsqu'il s'agit de lutter contre des forces aussi puissantes et aussi peu connues dans leur mode d'action que celles qui sont mises en jeu par la mer sur les côtes, l'expérience seule peut prononcer d'une manière définitive sur la valeur réelle des moyens employés pour les combattre. Elle ne l'a pas fait encore, mais elle ne tardera pas sans doute beaucoup à le faire ; car cet expédient, approuvé par le gouvernement pontifical et par les magistrats de Pesaro, est aujourd'hui en voie d'exécution à l'embouchure de l'Izauro, sur la côte nord-est des Marches d'Ancône.

M. de Tessan renvoie à l'ouvrage même du commandant Cialdi pour la description du moyen qui est mis en expérience. Voici cependant quelques données qui peuvent faire comprendre l'expédient de l'ingénieur italien. Après avoir dévié par une courbe régulière l'axe du canal endigué, de manière qu'à l'embouchure de ce canal l'axe soit perpendiculaire à la bissectrice de l'angle que font entre elles les directions des vents dominants et des vents régnants, c'est-à-dire des vents les plus violents et des vents les plus fréquents, M. Cialdi propose de construire deux appendices de quelques centaines de mètres chacun, disposés de manière à recueillir les vagues formées sous l'influence de ces vents, et à les diriger transversalement vers l'embouchure du canal, de telle sorte que leur action se concentre sur le point même où la barre tend à se former, et qu'elles la balayent incessamment.

M. Cialdi propose d'appliquer son système au port Saïd, sur la rade de Péluze, où l'expérience pourrait être faite sur une grande échelle, sans augmentation sensible de la dépense prévue pour la construction des digues projetées et sans dommage pour le port, si, contrairement aux prévisions de l'auteur, l'expédient ne réussissait pas. Mais il est à croire, comme l'indique M. de Tessan, qu'avant d'entreprendre cette expérience en grand, on voudra connaître le résultat de l'expérience

en petit faite à Pesaro. Car on peut craindre que les vagues, en s'épanouissant à la sortie de l'entonnoir qui les dirige, ne laissent déposer les matériaux les plus pesants qu'elles entraîneront à l'entrée même du canal, à l'abri de la digue du vent, où, il est vrai, leur draguage serait plus facile. On peut craindre, en outre, que les bâtiments qui tenteront l'entrée par les vents régnants ne soient trop exposés à la manquer, étant pris de flancs et portés sous le vent par les vagues rendues plus puissantes par leur concentration.

« Si, dit en terminant le savant rapporteur, l'expérience se prononce en faveur de l'expédient de M. Cialdi; si, comme il le pense, le mal n'est pas seulement déplacé, mais supprimé, ce savant aura rendu un immense service à la navigation et au commerce; car ce ne sont pas seulement les ports et les cours d'eau des côtes de la Méditerranée qui sont sujets aux atterrissements et aux obstructions, mais ceux des côtes de la Manche et de l'Océan, et ceux des côtes du monde entier sont dans le même cas, et jusqu'à présent l'art n'a réussi qu'à déplacer l'obstacle par des travaux incessants sans parvenir à le faire disparaître. »

Ces réflexions nous ramènent aux *Études et notions sur les constructions à la mer* de M. Bouniceau. Nous croyons y avoir vu que l'expédient de M. Cialdi se trouvait au moins en germe dans les travaux exécutés il y a plus de vingt siècles par les Romains:

« Les Romains, dit M. Bouniceau, avaient remarqué qu'au bout d'une période de « temps assez longue leurs ports s'atterrissaient. Ils pensèrent que ce résultat serait « atténué s'ils disposaient leurs murailles par piles et arceaux, de manière que les « courants côtiers pussent continuer leur marche et que *les lames pussent s'intro-* « *duire* en partie et *maintenir un peu d'agitation.* C'est dans ce *système que fut* « *construit le port d'Antium.* »

Cette observation n'ôte rien au mérite de l'expédient proposé par M. Cialdi : seulement, au lieu d'une idée nouvelle, il s'agirait d'un perfectionnement qu'il aurait apporté à un mode de construction employé dans l'ancienne capitale des Volsques.

— M. Elie de Beaumont, en présentant à l'Académie, de la part de l'auteur, M. Delesse, sa « Carte géologique souterraine du département de la Seine, » a donné lecture des passages suivants de la lettre d'envoi :

« Cette carte, qui est à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, a été exécutée par les ordres du Préfet de la Seine, M. le baron Haussmann.

« Le système suivi est celui que j'avais déjà adopté pour ma carte de la Ville de Paris. Les terrains sont indiqués par des teintes, comme dans les cartes géologiques ordinaires; mais le terrain de transport formant une sorte de manteau qui recouvre le sol, on suppose d'abord qu'il a été enlevé. Si l'on conçoit maintenant qu'on enlève l'un après l'autre les terrains qui composent le sous-sol, en commençant par le plus moderne, on découvrira successivement autant de surfaces correspondant à chacun d'eux. Ces surfaces donnent le sous-sol des environs de Paris aux différentes époques de sa formation; elles ont été représentées au moyen de cotes au-dessus du niveau de la mer et de courbes horizontales équidistantes.

« Pour y parvenir on a recherché tous les points où il était possible de dresser des coupes géologiques; dans ce but on a exploré les carrières, les sondages, les puits, les exploitations de toute espèce, ainsi que les nombreux travaux souterrains qui ont été exécutés dans ces derniers temps aux environs de Paris. Partant de ces données, on a déterminé avec précision et par des nivellements les cotes des points pour lesquels on avait relevé des coupes géologiques; puis, multipliant convenablement ces opérations, on a établi un réseau de points assez rapprochés pour permettre de tracer des courbes horizontales équidistantes figurant le relief de chaque surface.



« C'est ainsi qu'on a représenté la surface supérieure de la craie, de l'argile plastique, des marnes blanches supérieures au calcaire grossier, du traversin de Saint-Ouen, des glaises vertes, des sables de Fontainebleau et enfin la surface inférieure du terrain de transport.

« Il est facile de déterminer, à l'aide de la carte géologique souterraine, quels sont les terrains qu'on rencontrera sur un point quelconque des environs de Paris. Car les teintes indiquent de suite le terrain se trouvant immédiatement au-dessous du terrain de transport. En outre, comme le point considéré tombe entre deux courbes horizontales représentant les surfaces des divers terrains, une quatrième proportionnelle suffira pour calculer la cote à laquelle on atteindra chacune de ces surfaces.

« Par conséquent, cette carte géologique souterraine permet de déterminer, non-seulement la nature, mais encore la cote des divers terrains qui forment le sous-sol dans les environs de Paris. La méthode suivie pour son exécution permet d'ailleurs d'étudier bien complétement le sous-sol, en sorte qu'elle pourrait être appliquée avantageusement à la recherche des gîtes métallifères et de toute matière minérale utilement exploitable. »

Nous avons voulu reproduire ces détails parce qu'ils prouvent de quelle grande utilité le travail de M. Delesse sera pour tous les ingénieurs et pour tous les architectes qui ont des travaux à exécuter dans le sous-sol de Paris. Aussi M. E. de Beaumont a-t-il fait un grand éloge de cette carte qui représente le résultat de plusieurs années d'un travail assidu.

— M. Élie de Beaumont a aussi présenté à l'Académie un ouvrage de M. Pouriau ayant pour titre : *Manuel du chimiste agriculteur*. Nous aurons à revenir sur ce manuel dans lequel notre savant collaborateur s'est surtout attaché à rendre pratiques les enseignements de la science.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE.

Nous ne nous étions pas trompé dans nos prévisions : les comités de commerce et d'utilité publique ont proposé l'acceptation de l'offre de MM. Jules et Jacques Siegfried, d'une somme de 100,000 francs pour créer, à Mulhouse, une école supérieure de commerce, sous le patronage de la Société industrielle. Les conclusions du rapport qui avait été élaboré par M. A. Penot ont été adoptées.

Le rapport de M. Penot est fort remarquable. L'honorable vice-président de la Société s'est rendu successivement à Paris, à Anvers et à Francfort, pour y étudier l'organisation des écoles supérieures qui y existent, et se rendre compte des résultats qu'elles ont donnés. De cet examen comparatif, il résulte que c'est l'Institut supérieur de commerce d'Anvers, dont l'enseignement a été réglé de manière à répondre aux besoins les plus étendus, qui doit servir de modèle.

Nous ne pouvons reproduire les développements dans lesquels est entré M. Penot sur l'organisation des études dans l'Institut d'Anvers, qui compte douze années d'existence; mais nous croyons devoir indiquer les résultats qu'il a produits. Toutes les personnes consultées, dont quelques-unes avaient eu leurs fils à l'École ou avaient pour commis, dans leurs comptoirs, des jeunes gens qui en étaient sortis, ont été unanimes à déclarer que l'enseignement de l'Institut est parfaitement approprié à sa destination, et qu'il a été d'une grande utilité non-seulement pour les élèves qui en ont profité et dont plusieurs se sont élevés, par leur mérite, à de fort belles positions, mais encore au commerce belge en général.

Ainsi, les élèves qui sortent avec honneur des épreuves qui ont lieu à la fin des

deux années d'études reçoivent un diplôme de capacité; et ceux qui ont passé l'examen avec distinction obtiennent en outre, du gouvernement belge, le titre d'élèves-consuls et une somme qui varie de 3 à 5,000 francs pour aller passer un ou deux ans dans un pays étranger, à leur choix. On exige d'eux, en retour, qu'ils adressent tous les trois mois, au ministre des affaires étrangères, un rapport sur le commerce et l'industrie des États dans lesquels ils se trouvent. Ces travaux, d'après ce qu'on a assuré à M. Penot, sont généralement bons et quelquefois excellents, à ce point que le gouvernement belge les fait imprimer dans son *Recueil consulaire*, et que le commerce y trouve souvent des indications fort utiles. Les négociants d'Anvers espèrent que l'Institut deviendra ainsi une pépinière de consuls dont leur pays pourra tirer un bon profit.

Nous sommes entrés dans ces détails parce que la Société de Mulhouse a adopté les conclusions du rapport de M. Penot. L'École supérieure du commerce sera ouverte dans le courant d'octobre prochain, d'après les bases qui ont donné de si bons résultats chez nos voisins : nous pouvons donc espérer des résultats analogues, et nous pouvons même prévoir le moment où le gouvernement, donnant suite au vœu émis par M. l'inspecteur général Baudoin dans un rapport au ministre de l'instruction publique, fondera, dans quelques-unes de nos plus importantes places de commerce, des écoles analogues à l'institution supérieure d'Anvers.

— La Société vient de prendre une initiative qui aura d'excellents résultats : il s'agit d'organiser des assurances collectives pour les mobiliers d'ouvriers.

D'après le plan proposé on adopterait une prime moyenne, uniforme et invariable pendant toute la durée assignée à la police d'assurance. Le taux de la prime proposé serait de 1f,25 par mille francs assurés, et de 2f,15 en y comprenant la garantie contre les risques locatifs et le recours des voisins.

La police serait souscrite par les chefs des établissements industriels qui représenteraient leurs ouvriers : ceux-ci ne seraient mis en contact qu'avec leur patron entre les mains duquel ils payeraient leur prime annuelle : le total de ces primes réunies serait versé par le patron à la compagnie d'assurance qui n'entrerait en relation directe qu'avec lui. L'assurance suivrait l'ouvrier dans les divers domiciles qu'il occuperait et aussi longtemps qu'il resterait employé dans le même établissement.

— Parmi les mémoires publiés, nous avons remarqué une note sur l'utilité d'établir des nids artificiels pour les oiseaux. Ce système est pratiqué en Suisse et dans quelques parties de l'Allemagne : les nids artificiels attirent les oiseaux qui se multiplient rapidement, et ceux-ci détruisent les chenilles et les autres insectes nuisibles dans les terrains environnants.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'AMIENS.

La Société a résolu de fonder à Amiens des maisons ouvrières, à l'instar de celles établies sous le patronage de la Société industrielle de Mulhouse.

De tous côtés la société des maisons ouvrières d'Amiens a reçu des encouragements. Lorsque la souscription eut atteint le chiffre de 270,000 francs, une commission s'adressa à l'empereur qui a donné son patronage à l'œuvre et s'est fait inscrire pour 10,000 francs.

— Une commission spéciale a déposé son rapport sur les appareils à gaz de M. Cornellier jeune. D'après les résultats des expériences photométriques auxquelles cette commission s'est livrée, elle croit pouvoir recommander aux industriels l'emploi

des appareils à verre étranglé de M. Cornellier, qui permettent de réaliser une économie de 30 p. 100 sur les becs ordinaires; le bec *photoxateur* de M. Cornellier offre une économie de 50 p. 100 sur le bec papillon ordinaire; mais la commission recommande l'emploi des becs *Manchester* qui, d'après elle, sont supérieurs à tous les becs employés pour l'éclairage à l'air libre et sans verre.

— Le comité des arts et de mécanique termine par les conclusions suivantes un rapport sur un graisseur économique de M. Lacoux.

« Le graissage par l'appareil économique de M. Lacoux, après une expérimentation d'une année, faite dans des conditions ordinaires de température, et avec une huile minérale fluide pesant 84 ou 85 kil. l'hectolitre, a donné une économie de 44 p. 100 sur le graissage à la main; l'appareil est simple, facile à régler, et fonctionne régulièrement, puisque la consommation journalière n'a varié que de 23 p. 100 au maximum, tandis qu'elle a varié de 186 p. 100 avec le graissage ordinaire. »

Dans une prochaine livraison nous donnerons quelques détails sur le graisseur économique de M. Lacoux.

---

## INSTITUT DES INGÉNIEURS HOLLANDAIS.

Cette institution vient de publier le compte rendu de sa situation et de ses travaux pour l'exercice 1865-1866. Nous y voyons qu'elle ne compte pas moins de 630 membres, parmi lesquels nous avons remarqué le roi des Pays-Bas comme protecteur et deux princes de la famille royale comme membres honoraires. Outre les *notulen* ou procès-verbaux de ses séances, cette société publie annuellement des mémoires d'un haut intérêt. Nous avons sous les yeux une partie des mémoires de 1865-1866 : c'est une étude accompagnée de nombreuses planches sur les docks et l'établissement maritime de Willemsoord, près du Nieuwediep.

En attendant que ce travail soit pour nous l'objet d'une étude spéciale, nous croyons devoir signaler une communication intéressante faite à la dernière réunion ordinaire de l'Institut. Il s'agit d'un moyen de transport à bon marché, présentant une grande économie dans la force de traction, et qui a été breveté à Java au mois de juin 1865. Ce brevet est tombé dans le domaine public, — nous ne savons pourquoi, — au mois de janvier 1866.

Le *centrifère*, — c'est le nom adopté par l'inventeur, — consiste tout simplement dans un cylindre de tout point semblable aux rouleaux qui fonctionnent sur nos voies publiques comme compresseurs. Les matières à transporter, — qui ne peuvent naturellement pas être fragiles, — sont placées dans des compartiments à l'intérieur du cylindre.

Avec ce système disparaît une des résistances les plus importantes dans les moyens de transport ordinaire : le frottement résultant de la pression du fardeau à transporter sur les essieux; quant au frottement des roues sur le sol, il reste sensiblement le même.

M. Stieltjes a émis l'idée que le système du centrifère pourrait recevoir une application utile pour les transports à effectuer par chemin de fer. Il a fait remarquer que M. Perdonnet a établi que sur un chemin ordinaire la résistance résultant du frottement des roues sur le sol est sept fois plus forte que la résistance provenant du frottement sur les essieux, et que les deux résistances réunies représentent 1/30 du fardeau. Pour transporter 1,000 kil. il faut donc une force de $33^k,33$ dont $4^k,17$ pour le frottement aux essieux et $29^k,16$ pour vaincre le frottement sur le sol; mais M. Perdonnet a démontré aussi (*Nouveau portefeuille des chemins de fer*) que sur les chemins de fer le frottement des essieux est deux fois plus considérable que celui

des roues sur les rails, et que la somme de ces résistances n'est plus que 1/200 ou 1/250. Ainsi la force de traction nécessaire pour transporter 1,000 kil. devient :

| | | |
|---|---|---|
| | $3^k,33$ à $2^k,67$ | pour vaincre la résistance aux essieux. |
| | $1^k,67$ à $1^k,33$ | — — sur les rails. |
| Ensemble | 5 à 4 kil. | |

En remplaçant les wagons par des rouleaux ou des cylindres d'après le système des centrifères, on n'aurait à tenir compte que de la résistance sur les rails, dit M. Stieltjes, et sur des routes de niveau la force de traction pourrait ainsi descendre à 1/600 ou même à 1/750 du poids à transporter.

D'après les observations qui ont été échangées, il paraît que le système de centrifères couplés pour le transport de marchandises sera bientôt mis en expérience sur une des lignes secondaires de la Hollande. Nous ferons connaître les résultats que ces expériences auront donnés.

— M. Rose a communiqué quelques renseignements sur de nouvelles expériences qu'il a faites avec le béton Cognet. D'après les résultats qu'il a obtenus, le béton essayé ne serait pas imperméable à l'eau ; pour arriver à l'imperméabilité, il faudrait, d'après M. Rose, une adjonction d'une grande quantité de ciment de Portland, ce qui rendrait ce béton fort cher, puisque déjà il revient en Hollande à 30 florins (63 fr.) le mètre cube.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

## des Revues, des Publications et des Inventions nouvelles.

---

### Les machines de traction à vapeur (locomotives) sur les routes.

L'arrêté ministériel qui autorise la circulation des machines locomotives sur les routes, et que nous avons publié dans notre numéro de mai, donne un grand intérêt d'actualité à une expérience qui a été faite récemment en Angleterre sur une machine de traction du modèle de celles construites par MM. Aveling et Porter. — C'est au journal l'*Engineer* que nous empruntons ces renseignements.

Voici les dimensions principales de cette machine :

| | |
|---|---|
| Diamètre du cylindre (il n'y en a qu'un) | $0^m.279$ |
| Course du piston | $0^m.356$ |
| Surface de grille | $0^{mq}.0845$ |
| Surface de chauffe totale | $27^{mq}.68$ |
| Surface de chauffe des tubes | $17^{mq}.68$ |
| Nombre des tubes | 77 |
| Diamètre des tubes | $0^m.057$ |
| Longueur des tubes | $1^m.676$ |
| Diamètre de la chaudière | $1^m.000$ |
| Nombre des soupapes de sûreté | 2 |
| Pression réglementaire par centimètre quarré | $7^{kgs}.028$ |
| Pression de travail par centimètre quarré | $8^{kgs}.434$ |
| Diamètre des roues motrices | $1^m.981$ |
| Poids de la machine pleine, environ | 14 tonnes |

| | | |
|---|---|---|
| Charge à remorquer | Chaux, 5 tonnes . . . . . .<br>Tourteaux d'huile en barils, 2 t.<br>Pierres cassées, 3 tonnes. . .<br>Charbon, 5 tonnes . . . . . | 15 tonnes. |
| Poids total du train. . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 21 tonnes. |

Le chemin à parcourir était de 41,842 mètres entre Rochester et Harbourne.

| | |
|---|---|
| La durée totale du voyage a été de . . . . . . . . . . | 12h.35′ |
| Les temps d'arrêts cumulés ont été de . . . . . . . . | 3h.22′ |
| Durée du travail réel . . . . . . . . . . . | 9h.13′ |

La vitesse en marche est donc de 4.5 kilomètres à l'heure.
La vitesse commerciale de 3.4 kilomètres à l'heure.

| | |
|---|---|
| La consommation d'eau a été de. . . . . . . . . . . | 6870 litres. |
| Cette consommation se décompose comme suit : | |
| Eau dans la machine au départ. . . . . . . . . . . . | 1676 — |
| Eau prise en route, en six fois. . . . . . . . . . . . | 5589 — |
| Ensemble . . . . . . . . . . . . . | 7265 litres. |
| Eau restant dans la machine à l'arrivée. . . . . . . . | 395 — |
| Eau employée . . . . . . . . . . . . | 6870 litres. |

CHARBON CONSOMMÉ.

| | |
|---|---|
| Charbon sur la machine au départ . . . . . . . . . . | 914 kilogr. |
| Charbon pris sur la route (au 26e kilomètre) . . . . . | 508 — |
| Total . . . . . . . . . . . . . . . . | 1422 kilogr. |
| Charbon sur la machine à l'arrivée. . . . . . . . . . | 254 — |
| Charbon employé. . . . . . . . . . . | 1168 kilogr. |

Chaque kilogramme de charbon a donc vaporisé environ 5.88 kilogrammes d'eau.
La dépense du voyage est estimée comme suit :

| | |
|---|---|
| 23 quintaux (de 50k,78) de charbon à 1f,25 . . . . . . | 28f.75 |
| Huile et chiffons. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 .35 |
| Consommation. . . . . . . . . . . . | 33f.10 |

MAIN-D'ŒUVRE.

| | |
|---|---|
| Conducteur . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6f.25 |
| Mécanicien . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 .75 |
| Aide . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 .75 |
| Garçon avec le signal [1] . . . . . . . . . . . . . . | 2 .50 |
| Total . . . . . . . . . . . . . . . . | 16f.25 |

USURE DU MATÉRIEL.

| | |
|---|---|
| Usure et amortissement sur la machine et les wagons à 20,000 fr. (à 20 p. 100). . . . . . . . . . . . . | 10f.90 |
| Intérêt du capital à 5 p. 100 pour un jour, en le supposant réparti sur 250 jours de travail. . . . . . . . . . | 4 .00 |
| Total . . . . . . . . . . . . . . . . | 14f.90 |
| Soit ensemble pour la consommation, la main-d'œuvre et l'usure des machines, l'intérêt et l'amortissement, une dépense par jour de. . . . . . . . . . . . . . | 64f.25 |

Ce qui fait ressortir la dépense à 4 fr. 28 par tonne de marchandise transportée à 41k,842, ou soit 0 fr.103 par tonne de marchandise transportée à 1 kilomètre;

1. Les locomotives circulant sur les routes, en Angleterre, doivent être précédées par un homme porteur d'un signal pour faire garer les autres véhicules sur leur passage.

mais à cette dépense il faut, en Angleterre, ajouter des droits de barrière sur les routes, droits qui, dans la localité où l'expérience a été faite, se sont élevés à 34 fr. 35, ce qui double presque la dépense.

L'expérience s'est faite sur une route qui se trouve dans les conditions ordinaires; il y a plusieurs côtes, et l'une d'elles, s'étendant sur une largeur de 3,218 mètres, présente une inclinaison qui varie de 1/26 à 1/20, soit de 0,04 à 0,05.

A côté de ces résultats nous croyons devoir indiquer quelques observations qui ont été faites par un partisan de la traction à chevaux. Il fait remarquer que dans les calculs précédents on a omis de compter : 1° les dépenses à faire pour amener les marchandises au point de départ de la machine, pour les enregistrer, les charger et les arrimer; 2° la prime que s'alloue le transporteur pour répondre des pertes ou dommages pendant le trajet; 3° les frais de livraison des marchandises à destination; 4° la prime pour le risque de revenir à charge incomplète; 5° les frais d'administration et de recouvrement des sommes à percevoir, etc.

Il établit comme suit la dépense pour traction par chevaux :

12 bons chevaux traîneraient le même poids de 15 tonnes, sur le même parcours, dans trois voitures de 5 tonnes chacune; il y aurait 4 chevaux à chaque voiture et un homme par attelage. Les chevaux et les voitures (à 1,000 francs chaque voiture et chaque cheval), coûteraient ensemble 15,000 francs.

| | |
|---|---|
| La nourriture de 12 chevaux pendant un jour, à raison de 21 fr. 65 par semaine. . . . . . . . . . . . . . | 37f.10 |
| Trois charretiers à 3 fr. 75 par jour. . . . . . . . . . . | 11 .25 |
| Usure et amortissement de 15,000 fr., à 25 p. 100 pendant un jour (300 jours de travail). . . . . . . . . . . | 11 .25 |
| Total . . . . . . . . . . . . . . . . | 59f.60 |

Il y aurait ainsi un bénéfice de 64 fr. 25, moins 59 fr. 60, en faveur de la traction par chevaux, soit 4 fr. 65.

A l'appui de cette appréciation, le défenseur de la traction par chevaux cite une expérience qu'il a eu l'occasion de faire il y a quelques années.

Il avait à transporter de Leeds à York (distance : 26 milles, ou 41,800 mètres environ), 3 tonnes de marchandises. Il attela 2 chevaux à un chariot qui, chargé de la marchandise, parcourut la distance en dix heures. Les chevaux étaient en bon état et purent retourner la même nuit.

La dépense fut la suivante :

| | |
|---|---|
| Nourriture de 2 chevaux. . . . . . . . . . . . . . . . | 6f.55 |
| Une journée et demie d'homme . . . . . . . . . . . . | 5 .60 |
| Usure et amortissement d'un capital de 2,250 fr. . . . | 1 .85 |
| Total . . . . . . . . . . . . . . . . | 14f.00 |

Soit une dépense par tonne de 4 fr. 66, parcourant les 41,800 mètres, et par tonne, à 1 kilomètre, 0 fr. 097.

Nous ne pensons pas qu'on puisse faire un service régulier dans ces dernières conditions, et il semble que si les prix indiqués pour la traction à la vapeur doivent être modifiés, les prix admis pour la traction par chevaux pourraient être revus également.

Mais ces observations s'appliquent à ce qui se passe en Angleterre, et il faudrait modifier les calculs suivant les localités. En France, il faudrait tenir compte de la dépense d'eau, de la plus-value du combustible; mais il y aurait à supprimer le garçon porte-signal. Quoi qu'il en soit, nous avons cru intéressant pour nos lecteurs de leur faire connaître les résultats donnés par une machine employée journellement en Angleterre, et qui circulera peut-être bientôt chez nous. C. T.

**Concréteur pour la fabrication du Sucre,** par M. Fryer.

La préparation du sucre par les méthodes actuellement en usage entraîne des pertes considérables, qui dans quelques cas atteignent 34 p. 100. Jusqu'ici on a surtout employé deux procédés. Dans le premier, on se sert d'une plante très-répandue, mais qu'on ne peut employer que pendant le tiers de l'année; dans le second, qui est le plus ancien, et qui est en pratique depuis plusieurs siècles, on concentre le jus dans des vases ouverts, ce qui entraîne de grands inconvénients au point de vue de la couleur et de la composition. Ce qui manque, c'est un appareil qui soit moins coûteux que le premier procédé et plus profitable que le second, et qui n'altère ni la composition, ni la couleur du sucre. M. Fryer, de Manchester, s'est occupé bien longtemps de cette question et est parvenu à la résoudre par l'emploi d'un appareil nommé concréteur. Cet appareil est si ingénieux et d'une construction si simple, qu'on peut s'en servir sans avoir à craindre les risques que l'on court en se servant d'appareils compliqués. Pour poursuivre l'application de leurs idées et reconnaître les meilleures conditions d'application de leur appareil, MM. Fryer et C$^{e}$ ont acheté de vastes terrains dans l'île d'Antigoa, afin d'étudier plus complétement le concréteur au point de vue économique. Dernièrement à l'usine de Chester Street à Manchester, une réunion nombreuse a pu se convaincre des avantages de l'appareil dû à M. Fryer.

Des expériences nombreuses ont démontré ce fait que le jus de la canne à sucre soumis à une ébullition rapide ne perd ni sa couleur, ni la propriété de cristalliser, pourvu que cette ébullition ne soit pas trop prolongée et que la densité ne dépasse pas 32° Baumé. Quand le jus atteint cette densité, la température doit être abaissée au-dessous du point d'ébullition et la chaleur ne doit pas être continuée. Le concréteur est une application de ces principes. Le jus ayant été clarifié à la manière ordinaire, mais sans addition de chaux, on le fait couler en jet régulier sur cette partie de l'appareil nommée plateaux. Ces plateaux sont des caisses rectangulaires de fonte peu profondes, ayant deux mètres de long et $1^{m},5$ de large. Elles sont divisées à l'intérieur par des cloisons qui vont presque d'un côté à l'autre. Ces plateaux sont au nombre de sept, et chacun d'eux est relié à celui qui le suit, de manière à permettre la dilatation et la contraction. Ils sont tous placés dans une position inclinée et soumis à l'action d'un feu vif de bagasse ou de tout autre combustible, dont la flamme les lèche dans toute leur longueur. Le jus de la canne à sucre est versé dans les plateaux les plus élevés et s'écoule successivement de l'un dans l'autre jusqu'à ce qu'il arrive au plateau le plus bas, pendant ce temps il bout de telle sorte que la densité passe pendant l'opération de 10 à 28°. L'épaisseur de la couche de sirop ne doit pas dépasser douze millimètres et l'opération doit être conduite rapidement. Les produits de la combustion, après avoir passé dans les plateaux, traversent un grand nombre de tubes de fonte de cinq centimètres de diamètre et de deux mètres de long. Ils sont placés verticalement à l'intérieur d'un cylindre en fer forgé sur lequel repose la cheminée. A l'aide d'un ventilateur on fait passer un courant d'air le long de ces tubes et l'air s'élève alors à une température de 160°, ce qui permet d'employer la chaleur à la concentration du sirop. Un cylindre de $1^{m},2$ de diamètre et de six mètres de long est placé horizontalement, de manière que le courant d'air chaud le traverse; ses extrémités sont munies de pièces annulaires, de telle sorte qu'il peut renfermer du liquide sous une épaisseur de dix à douze centimètres. Il est rempli de bout en bout par une série de tubes en fer forgé contournés en spirale et disposés de telle sorte que, lorsque le cylindre tourne, le liquide coule sur toute leur surface et se trouve ainsi exposé à l'action évaporatoire de l'air chaud. Une petite pompe élève le sirop des plateaux dans le cylindre, et à mesure que le sirop chemine dans le cylindre, sa densité augmente, et à sa sortie

il a la consistance de bouillie et peut se solidifier facilement. Le meilleur combustible pour le concréteur est la bagasse, car sa longue flamme maintient en ébullition tout le jus qui circule sur les plateaux.

Le concréteur n'est pas un appareil coûteux, il n'exige ni le vide ni une machine à vapeur. La petite machine qui donne le mouvement au ventilateur, fait tourner le cylindre et marcher la pompe, est aisément alimentée de vapeur par la chaudière de la machine qui anime le moulin à cannes.

L'appareil est d'une construction très-simple et n'est pas susceptible de se déranger, il n'y a pas de joints de vapeur et un forgeron peut le réparer avec la plus grande facilité. Si un plateau venait à se briser, en une heure on pourrait le remplacer. On doit noter ici l'économie de combustible qui résulte de l'emploi de cet appareil, la chaleur perdue du foyer est ici utilisée et suffit pour transformer le sirop en sucre solide. La chaleur est si bien enlevée aux gaz de la cheminée qu'un thermomètre placé au milieu de la fumée marque rarement plus de 160°, et le refroidissement dû à l'évaporation produite par le passage de l'air chaud sur la surface liquide est si fort que le sirop à sa sortie du cylindre n'a pas plus de 55°.

Deux personnes suffisent pour surveiller l'appareil : l'une d'elles qui peut être un enfant surveille l'écoulement du jus, et l'autre, qui doit avoir une certaine habileté, veille à l'ébullition. Quand il est en marche, le concréteur fournit par heure quatre cent trente kilogrammes de sucre solide. Avec de la bagasse pour combustible, et lorsque toutes les parties de l'appareil sont échauffées, on peut produire cinq cents kilogrammes par heure.

On ramena à la densité primitive de la dissolution le sirop qui venait de parcourir les plateaux, en lui ajoutant de l'eau, il fut impossible de les distinguer l'une de l'autre. On fit dissoudre du sucre concrété, il avait exactement la même teinte que le jus. L'apparence du sucre solidifié est à peu près celle du ciment de Portland. Il est parfaitement doux et n'a pas le goût de brûlé. Quoique l'opération s'effectue rapidement, on ne sent aucune odeur de caramel. On remarque aussi que cette opération détruit complétement le goût amer que présente le sucre de betterave qui a servi à préparer le jus.

On ne peut méconnaître l'extrême importance de cette invention, son succès n'est plus en question. *Mechanics' Magazine.*

### Tours pour les essieux coudés de locomotives.

(Planche XVI, fig. 1, 2, 3 de la livraison de juin).

La pratique, généralement suivie jusqu'à ce jour pour le travail des essieux coudés des locomotives, quand ils arrivent de la forge à l'atelier de tournage et d'ajustage, était de dégrossir le corps et les tourillons sur le tour, puis de raboter les parties planes du coude à une épaisseur très-voisine de leurs dimensions définitives. Quand cette opération était achevée, avec la machine à percer, on faisait trois trous dans la partie pleine, en un point tel qu'il restât assez de matière pour l'axe à ménager dans le coude ; on faisait alors deux entailles de 2 pouces de largeur dans le coude, sous la machine à refendre, en prenant soin de laisser assez de métal pour pouvoir donner avec le tour des dimensions définitives aux faces intérieures de la manivelle. Avec une machine à refendre puissante, les deux entailles étaient faites en une seule opération ; on détachait la masse métallique qui restait entre elles, et qui était adhérente au coude de l'essieu par les deux languettes comprises entre les trois trous percés d'abord, en enfonçant alternativement des coins dans chacune des entailles faites avec la machine à refendre.

On terminait ensuite l'essieu sur le tour en tournant successivement chaque face du coude, et enfin le corps et les tourillons.



La méthode qui vient d'être décrite pour exécuter l'évidement du coude présente plusieurs inconvénients sérieux. D'abord il y a perte de temps pour transporter l'essieu d'un outil à l'autre et, par suite, des frais. Ensuite on laisse dans le coude de l'essieu une masse de métal de section carrée, ce qui rend le tournage et le finissage de l'axe compris dans cette masse très-lents et proportionnellement dispendieux. Un inconvénient, plus sérieux encore que ceux-ci, est l'emploi des coins, qui altère plus ou moins la qualité du métal.

Une longue expérience montre que presque tous les essieux coudés sont mis hors de service en se rompant au coude, et ce fait seul suffirait pour nous démontrer qu'il faudrait traiter cette partie faible de l'essieu avec le plus grand soin.

La machine que nous allons décrire a été imaginée par M. Ramsbotton, dans le but d'obvier aux divers inconvénients ci-dessus, en *compant* l'évidement du coude et en le détachant à l'aide d'*outils-lames tranchants* animés d'un mouvement de rotation, pendant que l'essieu lui-même tourne lentement.

Elle consiste principalement en une plaque de fondation sur laquelle sont montées deux poupées, l'une fixe et l'autre mobile, munies chacune d'une broche mobile semblable à tous égards à la broche de la poupée mobile d'un tour ordinaire. L'essieu, dont le corps, les tourillons et les portées des roues ont d'abord été dégrossis sur le tour, est fixé sur la machine par l'un de ses tourillons à la manière ordinaire.

Le corps cylindrique de la poupée s'avance un peu en dehors de la masse verticale qui la réunit à sa base, et cette saillie est tournée de manière à recevoir une roue d'engrenage qui tourne librement sur elle et qui communique son mouvement de rotation à l'essieu par l'intermédiaire d'un goujon qui passe dans le plateau à centrer. La roue d'engrenage est maintenue dans sa position au moyen d'une rondelle vissée sur le corps de la poupée et est mise en mouvement par une vis sans fin. Cette vis reçoit le mouvement d'une petite roue par une seconde vis sans fin faisant partie d'un arbre qui est commandé par une courroie. Cette courroie passe sur des poulies coniques dont l'une est fixée sur la roue motrice des outils tournants. Par suite de cet arrangement, l'essieu cesse de tourner aussitôt que les burins cessent de travailler. Il est à remarquer que l'usage des poulies coniques donne de grandes facilités pour modifier par degré la vitesse angulaire de l'essieu, ce qui devient nécessaire dès que les burins commencent à attaquer les parties plates du coude, et dans ce but les poulies sont disposées pour prendre toutes les vitesses possibles.

La roue qui porte les burins est clavetée sur un axe très-fort, porté par un châssis mobile qui oscille comme un pendule sur des collets tournés, fondus d'une seule pièce avec lui, et qui repose sur des supports alésés, fondus avec la plaque de fondation du tour et munis de chapeaux pour faciliter l'enlèvement.

Le but de ce mode de construction est de permettre aux burins d'être éloignés du coude pendant l'ébauchage, puis d'être ramenés en arrière graduellement. Les burins sont amenés à leur position définitive automatiquement.

Au commencement de l'opération, la petite roue d'engrenage intermédiaire, marquée A, par laquelle l'essieu reçoit son mouvement de rotation, est enlevée, et l'essieu est au repos ; une corde B est alors attachée à la tige filetée ou axe C, et on donne un mouvement transversal à la roue taillante en faisant passer la corde sur l'axe de la vis sans fin ; puis sur la poulie D et la vis E qui est double, ayant un filetage à droite, à l'une de ses extrémités, et un filetage à gauche, à l'autre extrémité. Le filetage à gauche s'engage dans un écrou disposé sur une mâchoire saillante de la poupée fixe, et le filetage à droite s'engage dans un écrou disposé sur une seconde mâchoire semblable du châssis qui porte la roue taillante. Cette disposition agit comme un écrou à deux pas, et se meut en avant et en arrière, d'une quantité égale

à la moitié de longueur dont se déplacerait la roue taillante, si elle était placée à la même distance du centre d'oscillation que la vis.

Un arrêt ou pignon fileté est également disposé sur la poupée fixe, pour empêcher que les burins ou lames soient amenés trop près de l'axe de rotation et n'affaiblissent ainsi un essieu. L'arbre qui porte la roue taillante est conique dans l'un de ses supports, et est muni d'un écrou et d'un contre-écrou à l'autre extrémité, comme cela a lieu ordinairement pour les arbres des tours. Il est conduit par une roue d'engrenage et une vis sans fin, mise en mouvement par une courroie qui s'enroule sur une poulie conique.

M. Ramsbotton exécute la plupart de ses essieux, sinon tous, en acier Bessemer, et M. Webb, le chef de l'atelier des usines de Crewe, affirme qu'il faut à peu près 10 heures et demie pour tailler un coude en acier de 12 pouces. On peut en conclure que cette machine économise 20 p. 100 de temps et de frais pour terminer un essieu, comparativement à ce qu'il faut par la méthode ordinaire. Les burins semblent se bien comporter et peuvent en moyenne tailler trois coudes avant d'être réparés.

La fig. 1, pl. XVI (publiée dans la livraison précédente), est une élévation du tour vue de face et une coupe partielle par l'axe de la poupée fixe. La fig. 2 est le plan et une coupe horizontale par la roue taillante et les supports de son axe. La fig. 3 est une coupe en travers au-devant de la poupée fixe, et la fig. 4 une vue debout et une coupe partielle par l'engrenage moteur.

## Appareil à embarquer les houilles.

(Planche XIX.)

Sur le chemin de fer du Rhin à Amsterdam on emploie, pour verser directement les houilles du wagon dans les bateaux, une disposition fort ingénieuse.

L'appareil fonctionne de la manière suivante. Le wagon chargé est amené jusqu'à une plate-forme qui peut s'élever et qui est articulée à l'une de ses extrémités. On peut lui donner une pente de 45° au moyen d'un cylindre dans lequel on refoule de l'eau au moyen d'une petite machine à vapeur. Un bateau amarré à côté reçoit le charbon; pour cela, on enlève la paroi du wagon et on incline la plate-forme. Aussitôt qu'on est arrivé à l'angle voulu, le charbon s'écoule de lui-même, la plate-forme est remise en place, et le wagon vide s'éloigne pour faire place à un autre wagon plein.

La fig. 1re donne l'élévation en coupe de la plate-forme articulée et des fondations; la fig. 2 est le plan de l'appareil dont la plate-forme a été enlevée; la fig. 3 est une vue d'ensemble.

Les fondations AA pour le cylindre hydraulique se composent de quatre pieux d'une section de trente centimètres carrés; ils sont enfoncés à une profondeur de quinze mètres et réunis à leur partie supérieure par des solives de trente centimètres carrés. La nature du sol oblige à les enfoncer à une aussi grande profondeur. Sur ce bâtis on pose une plaque de fondation en fonte, munie de colliers dans lesquels passent les pivots du cylindre hydraulique. Le bâtis de la plate-forme est supporté par six pieux dont la section est de trente centimètres au carré, enfoncés aussi profondément que les précédents. Ils sont solidement reliés par des madriers transversaux assujettis par des étriers, des boulons, des écrous, etc. Le bâti diagonal CC, destiné à consolider le palier et l'axe de rotation de la plate-forme, repose et est assujetti à la partie supérieure des pieux BB. Les solives supérieures CC sont enfoncées de cinq mètres dans le sol et le tout est retenu par des pieux en forme d'ancre. Le palier DD est en fonte, solidement fixé aux solives CC. Il reçoit l'ax de rotation de la plate-forme. De fortes charnières EE sont reliées par une de

leurs extrémités à l'axe de rotation et de l'autre à l'extrémité de la plate-forme. Cette plate-forme se compose de madriers de trente centimètres d'équarrissage réunis entre eux et recouverts de planches de cinq centimètres, sur lesquelles sont posés des rails. Les extrémités de ces rails sont recourbées afin d'empêcher les wagons de tomber dans l'eau. Pour empêcher que le wagon chargé ne chavire quand on incline la plate-forme, on le fixe à celle-ci au moyen de deux entraves. A la partie supérieure de la plate-forme on a solidement fixé un dé en fonte G, creusé de manière à recevoir la tête du mouton du cylindre hydraulique qui est sphérique. Le mouton ne peut jamais abandonner cette emboîture quel que soit l'angle de pente. Ce mouton H est en fonte; il a $3^m,5$ de long, trente centimètres de diamètre extérieur et vingt-cinq millimètres d'épaisseur. Le cylindre I est aussi en fonte, il a $3^m,3$ de longueur et trente millimètres d'épaisseur au sommet. Pour empêcher le frottement et l'usure on emploie le mode de garniture habituel. Les axes sont venus de fonte avec le cylindre et reposent sur les paliers K. L'avantage d'avoir ainsi des axes consiste en ce que le cylindre et le mouton peuvent de la sorte s'accommoder à toutes les inclinaisons désirables, pendant qu'on élève ou qu'on abaisse la plate-forme et le wagon. L'eau est amenée au cylindre par un tuyau fixé par l'une de ses extrémités à une pompe foulante et terminé à l'autre bout au tourillon du cylindre; avec une boîte à étoupe et un couvercle on rend la garniture étanche. Pour empêcher jamais que le mouton puisse s'élever trop haut, on a percé quatre trous dans le cylindre de telle sorte que l'eau, s'échapperait si le mouton venait à les dépasser.

Quand le charbon est vidé, on enlève la pression dans le cylindre; le poids de la plate-forme et des wagons suffit à les faire descendre. L est une machine à vapeur ordinaire à deux cylindres avec une chaudière verticale. MM sont les pompes foulantes destinées à envoyer l'eau dans le cylindre, elles sont manœuvrées par la machine à vapeur. N est un cabestan pour amener les wagons au point voulu, la machine à vapeur le met également en mouvement. OO sont les poulies de renvoi du cabestan, PP est la voie ordinaire qui permet d'amener les wagons chargés jusqu'au débarcadère, Q est la ligne de rails qui amène jusqu'à la plate-forme, R est la plaque tournante qui permet les changements de voie, T est la barque amarrée pour recevoir le charbon, U est le truck chargé prêt à être amené sur la plate-forme.

Voici comment fonctionne l'appareil. Un convoi de vingt à trente wagons chargés est amené par une locomotive à l'endroit indiqué. Un câble passé sur le cabestan et sur les poulies de retour vient s'attacher au premier wagon. La machine à vapeur est mise en train et le wagon est amené sur la plaque tournante. On décroche la corde et on tourne la plaque et le wagon qu'elle supporte, afin de l'engager sur la voie qui mène à la plate-forme. On enroule de nouveau le câble sur le cabestan et on amène le wagon au point voulu pour le déchargement, après qu'on l'a fixé à la plate-forme au moyen des entraves, on met en mouvement les pompes foulantes et l'inclinaison commence. A mesure que la plate-forme s'élève le charbon s'écoule dans la barque, et lorsqu'elle est à sa plus grande inclinaison tout le charbon est vidé. On laisse alors écouler l'eau en ouvrant le robinet d'évacuation, le poids de la plate-forme et du wagon les ramènt bientôt à la position horizontale. On enlève les entraves qui retenaient le wagon, on le conduit à la plaque tournante et de là à la ligne ferrée. Les wagons vides sont entraînés par le câble et le cabestan de la même manière qu'on amène les wagons pleins.

Le temps employé pour décharger un wagon plein, depuis le moment où on le hale jusqu'à ce qu'il retourne à vide sur la ligne, est de six à sept minutes. Chaque wagon plein de houille pèse dix à quinze tonnes. On peut ainsi décharger en une journée de travail quinze cents tonneaux de charbon.

Cet appareil fonctionne depuis quinze mois, et dernièrement on en a établi un second à cent mètres du premier. Les dispositions ont été prises de telle sorte qu'en cas d'accident de l'une des machines, l'autre appareil peut servir, les deux plates-formes pouvant être manœuvrées avec l'une comme avec l'autre machine, ce qui rend l'entretien et les réparations faciles.

Ces appareils ont été construits par MM. Ordish et Lefeuvre de Westminster et par MM. Appleby frères. *The Engineer.*

---

# REVUE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE.

I. **Mort de M. de Vaux, inspecteur général des mines en Belgique; ses travaux sur l'explosion des appareils à vapeur et sur les dégagements instantanés de feu grisou; action du feu central; conclusions pratiques. — L'*exhaustion* de la houille; ouverture d'une enquête en Angleterre; quelques chiffres curieux. — Production du cuivre. — Le *laurite*, nouveau minéral.**

II. **Les soufflures de l'acier; avantages de l'emploi de creusets en matière réfractaire calcaire. — Résultats obtenus par l'emploi de l'anthracite avec des fourneaux perfectionnés (système Blackwell). — Procédé Bessemer : 73 brevets.**

## I

M. A. de Vaux, inspecteur général des mines en Belgique, que la mort vient d'enlever à ses parents et à ses nombreux amis, était très-connu, dans le monde scientifique, par ses travaux et par l'aménité qu'il savait mettre dans ses rapports : il avait été élu vice-président de section par ses collègues du jury pendant les expositions internationales de Londres et de Paris.

Les travaux de M. de Vaux sur les mines font autorité dans la science. Dans les dernières années de sa vie, justement ému du grand nombre d'explosions des appareils à vapeur, explosions dont la fréquence avait jeté l'épouvante dans la population des contrées industrielles de la Belgique, M. de Vaux consacrait tous les instants qu'il pouvait dérober aux autres branches de son service, à la recherche d'un mode de surveillance qui pût diminuer les chances d'accidents. A cet effet, il avait ouvert des conférences dans les diverses contrées minières de la Belgique, afin de recueillir toutes les données que l'expérience de la pratique des chaudières à vapeur pouvait lui fournir, pour l'aider dans la solution de cette question de sécurité publique. « Nul doute pour nous, — c'est M. Jochams, ingénieur en chef des mines du Hainaut, qui s'est exprimé en ces termes sur la tombe de M. de Vaux, — nul doute pour nous qui connaissons l'énergie, l'activité et le savoir dont notre inspecteur général était doué, qu'il ne fût parvenu à son but. Déjà son projet venait d'être adopté, il y a à peine quelques jours, par les principaux industriels de la province de Liége; ses derniers efforts ont donc eu ainsi un résultat des plus utiles pour l'humanité, et nous sommes certain que, dans un avenir peu éloigné, la postérité saura lui rendre justice. »

Nous prenons acte de la promesse que renferment les paroles de M. Jochams, et nous nous empresserons de faire connaître dans les *Annales du Génie civil* le projet élaboré par M. de Vaux, dès qu'il nous sera parvenu. En attendant, nous allons analyser un autre travail de M. de Vaux, qui a paru il y a quelques mois dans les *Annales des travaux publics de Belgique*. Il s'agit des dégagements instantanés du gaz dans les houillères et des dangers qui peuvent en être les conséquences.

Après s'être livré à une enquête approfondie dont sa position officielle lui facilitait les moyens, M. de Vaux déclare que si l'examen attentif de tous les documents





qu'il a réunis ne révèle aucune règle fixe et décisive, cet examen permet toutefois d'enregistrer quelques observations.

« Un premier point à noter, c'est que ces dégagements instantanés n'ont généralement lieu qu'à de grandes profondeurs, puisque sur les onze cas observés en Belgique, deux seulement l'ont été à 291 mètres et 308 mètres, et les neuf autres respectivement à 368 mètres, 411 mètres, 392 mètres, 484 mètres, 380 mètres, 480 mètres, 380 mètres, 497 mètres et 470 mètres sous la surface.

« Il ressort aussi de ce relevé que généralement ce phénomène ne s'est présenté qu'en des points où les couches ont été violemment déformées postérieurement à leur dépôt, sous l'influence des causes qui ont produit les failles, le contournement, le plissement et la dislocation du système, et que c'est presque toujours dans les dressants vers le crochon qu'ils forment avec la plateure de tête que ces poches ont été rencontrées. Cette particularité, qui s'explique naturellement par la considération que c'est le long de ces arêtes saillantes que les strates des couches et de la roche ont été le plus exposées à se déchirer par le plissement, est révélée dans neuf des cas que nous venons de citer. Les numéros 7 et 4 semblent seuls faire exception, encore est-il permis de se demander s'il n'existe point au voisinage quelque dérangement inexploré qui ferait disparaître l'anomalie.

« Enfin deux autres faits semblent acquis aussi par les exemples rapportés, savoir :

« 1° Que ces sortes d'éruptions ne sont ordinairement pas à craindre au voisinage des soufflards;

« 2° Qu'un sondage préalable n'est pas toujours efficient à les prévenir. »

M. de Vaux déclare lui-même que ce n'est qu'avec une extrême réserve qu'il se hasarde à tirer de ces données quelques inductions plus ou moins admissibles.

Sa première induction est que le gaz hydrogène carboné, qui afflue dans l'exploitation des mines dites à grisou, *ne se produit plus de nos jours*, mais existe généralement tout formé dans les couches qui l'ont engendré.

A l'appui de cette opinion il fait remarquer qu'on ne voit apparaître le gaz qu'à de grandes profondeurs, dans des couches médiocrement bitumineuses qui perdent rapidement ces qualités lorsqu'elles ne sont pas mises immédiatement en œuvre, tandis que les couches supérieures, généralement plus grasses et plus riches en produits bitumineux, perdent relativement peu par l'emmagasinage, et ne dégagent sensiblement pas de gaz dans l'exploitation.

Quand au contraire les travaux descendent plus bas dans la formation, l'ingénieur trouve la houille de moins en moins grasse, et il arrive jusqu'aux houilles anthraciteuses qui sont presque entièrement dépourvues de bitume et même de gaz, comme si elles avaient subi une distillation plus avancée, dans des conditions moins obstatives à l'évacuation des éléments volatiles.

Cette première induction en amène une autre : c'est que cette distillation partielle des couches, et la formation des gaz qui en est résultée, ont eu lieu *postérieurement à la création des bassins houillers*, sous l'influence plus ou moins énergique de la chaleur centrale.

« Lorsque, dit M. de Vaux, je rapproche ces observations des idées émises sur la chaleur centrale, et sur les phénomènes métamorphiques attribués aux éruptions de matières ignées, qui ont accompagné les convulsions profondes de l'écorce du globe, je suis amené à penser que les différences d'état et de composition signalées dans les couches d'un même bassin houiller pourraient bien être dues, en grande partie, à l'influence combinée de ces sources de chaleur et de dislocations produites dans les roches environnantes.

« Je vois, en effet, les couches inférieures du bassin presque entièrement dépouillées de leurs éléments volatils, à raison peut-être de leur voisinage du foyer et des roches fissurées sur lesquelles elles reposent.

« Un peu plus haut gisent les couches à grisou, naturellement moins échauffées et surtout mieux enfermées au milieu des roches argileuses compactes avec lesquelles elles alternent.

« Plus haut enfin apparaissent ces couches essentiellement bitumineuses, couches parfaitement conservées dans leur état primitif, protégées qu'elles ont été contre la chaleur centrale par les deux zones inférieures, et contre les influences atmosphériques par la nature compacte et l'épaisseur ordinairement considérable des roches qui les recouvrent. »

Nous ne suivrons pas M. de Vaux dans les développements de cette théorie, mais nous indiquerons les conclusions auxquelles il arrive.

D'abord il recommande l'observation stricte d'une condition inusitée jusqu'ici :

« Dans toute mine à grisou, ou au moins dans toutes celles où l'on n'aurait pas reconnu l'impossibilité de rencontrer des poches de gaz comprimé à proximité des puits d'entrée de l'air, on doit observer à l'égard de ces puits et de leurs abords *les mêmes mesures de prudence que pour les puits d'appel en ce qui concerne l'éclairage et l'emploi des foyers.*

« Un second point qui doit préoccuper ceux qui président au sauvetage, c'est, dit M. de Vaux, de distinguer les cas où il convient de seconder ou de combattre les tendances au renversement du courant ventilateur et de saisir le moment opportun pour rentrer à cet égard dans les conditions ordinaires.

« Je serai le premier à reconnaître les difficultés de cette appréciation et la fermeté qu'il faut pour assumer la responsabilité des mesures qu'elle comporte. Assurément il étonnera et doit s'attendre à être mal reçu, celui qui conseillera de suspendre, au lieu de l'activer, l'action des moyens d'appel, dans un moment où il est urgent de dégager les travaux des gaz dangereux qui s'y sont portés; mais si l'on a pu constater que tous les efforts que l'on peut faire sont impuissants à vaincre l'appel accidentellement provoqué en sens inverse par le dégagement du gaz dans le puits d'entrée, et si l'on se rend compte de ce qui se passera dans la mine sous l'influence de cette lutte d'aspiration, on reconnaîtra bientôt qu'il faut s'empresser de la faire cesser. Un raisonnement bien simple éclairera la question : qu'on admette un instant que les deux forces d'aspiration soient égales, l'air des travaux sera quelque peu raréfié, mais rien ne le portant à sortir d'un côté plutôt que de l'autre, il y aura stagnation complète du courant. Si l'un des deux puits tire plus que l'autre, c'est vers lui qu'il y aura écoulement, mais son action sera contrariée et affaiblie de toute la puissance d'appel déployée à l'autre extrémité. Le seul moyen de hâter l'assainissement de l'air à l'intérieur est donc d'unir les efforts pour aider à l'accélération de la sortie de l'air des travaux dans le sens de la plus forte aspiration; c'est-à-dire qu'il faut s'empresser d'étouffer le foyer d'appel, si c'est ce genre d'appareil qui est employé, ou, dans le cas d'un ventilateur mécanique, de le faire agir momentanément en sens inverse de manière à aider à la rentrée de l'air par le puits d'appel. Il importe toutefois de faire remarquer que le succès de ce moyen exceptionnel ne sera complet que si la circulation habituelle de l'air s'opère sans perte, ou si, dans le cas contraire, on a pris soin d'installer à l'aval de chaque porte simple, ou entre deux portes accouplées, une porte de sûreté qui s'ouvre dans le sens ordinaire du courant et se ferme dans le sens opposé. »

Nous savons qu'heureusement les dégagements instantanés du grisou sont plus rares dans les houillères de France que dans celles de Belgique, où les travaux sont poussés à de plus grandes profondeurs, mais nous avons cru néanmoins utile de reproduire avec quelques développements les mesures de précaution et de sauvetage indiquées par un homme éminent, chez qui une longue expérience s'unissait à des études théoriques d'une grande profondeur.

On se préoccupe très-vivement en Angleterre de l'*exhaustion*, — c'est le mot



adopté, — du charbon de terre, c'est-à-dire que l'on craint que dans un temps donné la houille ne fasse défaut à l'industrie. Un membre du parlement, M. Vivian, a proposé l'ouverture d'une enquête sur les gisements de charbon de terre, sur les quantités qui peuvent en être extraites, enfin sur les quantités de combustible qui se perdent annuellement par l'imperfection des procédés d'extraction, et par une consommation exagérée due à l'imperfection de l'outillage industriel. La Chambre des communes a décidé l'utilité d'une semblable enquête.

Voici quelques données sur lesquelles M. Vivian s'est appuyé :

D'après un auteur estimé, le total de la consommation de la houille dans le Royaume-Uni, pendant l'année dernière, a été de 92,807,000 tonnes, savoir :

| | |
|---|---|
| Pour les usages domestiques, une tonne par personne, soit en chiffres ronds | 30,000,000 |
| Pour l'Irlande | 24,500,000 |
| Exportation | 9,000,000 |
| Pour les diverses industries | 29,500,000 |
| Total | 93,000,000 |

En tenant compte de l'augmentation proportionnelle de la population et des autres éléments de calcul, on arriverait pour l'année 1961 au chiffre fabuleux d'une consommation annuelle de 2607 millions. Il y a plus, la fabrication du fer exige aujourd'hui 24 millions de tonnes : si cette fabrication suivait la progression des cinq dernières années, on arriverait pour ce chapitre seul à un total de 2775 millions de tonnes par année, c'est-à-dire à un chiffre plus élevé que la consommation *totale* d'après le calcul qui précède.

M. Vivian a déclaré qu'il y avait évidemment une très-grande exagération dans toutes ces évaluations, mais d'un autre côté, avec les moyens que possède l'industrie, on ne peut dépasser certaines profondeurs.

En allant jusqu'à 4000 pieds (1220 mètres) on aurait, il est vrai, rien que dans les Galles du sud, un approvisionnement de 24 millards 600 millions de tonnes; mais il y a là à étudier et à résoudre, outre les difficultés matérielles d'exploitation, des questions de température et de pression atmosphérique.

Quant à la question d'économie dans l'emploi du combustible, M. Vivian a fait remarquer que déjà de grands progrès avaient été réalisés : ainsi on utilise aujourd'hui une grande partie de la chaleur qui, il y a quelques années encore, s'échappait en fumée par les cheminées; ainsi par les procédés Bessemer on économise une grande quantité de charbon et on produit du fer meilleur, puisqu'on fabrique des rails avec une garantie de seize ans de durée, alors qu'autrefois les rails ne pouvaient être garantis pour plus de six mois. Dans les usines que l'orateur dirige lui-même, on obtient aujourd'hui, avec *un cinquième* du combustible qu'on employait à cette époque, les mêmes résultats qu'il y a quelques années.

En somme, M. Vivian croit que c'est à tort que l'opinion publique s'est montrée si profondément émue : c'est surtout pour la rassurer qu'il a provoqué la formation d'une commission d'enquête composée d'éléments divers, c'est-à-dire réunissant des hommes éminents au point de vue scientifique, et des hommes qu'une pratique éclairée a familiarisés avec les problèmes que présentent l'industrie en général et l'industrie charbonnière en particulier.

— La chronique minière des *Annales du Génie civil* consacrait en 1863 (2e partie, p. 389) un article à la statistique de la production du cuivre, et elle établissait les chiffres suivants :

En 1830, la production totale du cuivre, dans toutes les mines du monde, était d'environ 25,500 tonnes de métal; l'Angleterre seule figurait dans ce nombre pour 13,200 tonnes, c'est-à-dire pour plus de moitié, et à cette époque les États-Unis et

le Canada ne fournissaient que *cinquante* tonnes. Le reste de la production était de provenance russe, autrichienne et asiatique.

En 1853, la production totale a atteint 55,700 tonnes, mais l'Angleterre est restée à peu près stationnaire (14,500 tonnes), tandis que le Chili élève sa production de 200 à 14,000 tonnes, c'est-à-dire dans la proportion de 1 à 70, en vingt-trois ans.

En 1863, la production du Chili surpassait celle de tous les autres pays et représentait une somme de 53 millions 1/2 de francs; quant aux mines du lac Supérieur, leur production s'était accrue dans la proportion de douze contre un dans l'espace de dix ans.

Voyons maintenant les chiffres actuels :

D'après les relevés les plus récents la production du cuivre dans le monde entier peut être évaluée aujourd'hui à 90,000 tonnes, dont 48,000 sont exportées du Chili.

L'Angleterre ne donne plus que 13,000 tonnes, mais nous allons voir qu'elle compense cette diminution dans la production par une augmentation considérable de ses achats dans le monde entier.

Ainsi, sur les 90,000 tonnes produites par l'ensemble des mines exploitées, 60,000 sont travaillées dans le Royaume-Uni, et, de ces 60,000 tonnes, 23,000 passent dans la consommation du pays, tandis que 37,000 tonnes de cuivre ouvré sont exportées chez les autres nations. Il est à remarquer que ces deux chiffres (exportation et consommation intérieure) ont doublé depuis dix ans pour l'Angleterre.

L'Australie est venue apporter son contingent depuis quelques années : elle produit depuis cinq ou six ans 6,000 tonnes en moyenne qui sont exclusivement envoyées en Angleterre et aux Indes; mais les derniers avis portent que la plus riche des mines de l'Australie, celle de Bura-Bura, tend à s'appauvrir.

En résumé, la consommation du cuivre s'accroît de 8,000 tonnes par année dans le monde entier, et il est heureux que la découverte de nouvelles mines permette de satisfaire à cette progression constante.

— Un nouveau minéral trouvé à Bornéo a été présenté à l'Académie des Sciences par M. Wohler. On lui a donné le nom de *laurite*. On le trouve sous forme de globules ayant à peu près un demi-millimètre de diamètre et mélangé avec des minerais de platine.

## II

Des expériences multipliées de laboratoire ont permis à M. Caron de reconnaître les faits suivants, à propos des soufflures qui se produisent dans l'acier.

Si en faisant fondre de l'acier dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène ou d'oxyde de plomb, on place l'acier dans une nacelle en porcelaine, il ne se rencontre aucune trace d'effervescence après le refroidissement du métal fondu; mais la surface du lingot qui touche la porcelaine est criblée de bulles; si au contraire on emploie une nacelle en chaux vive ou en magnésie, en interposant une feuille de platine entre la nacelle et le tube de porcelaine, les lingots qu'on obtient ne montrent aucune soufflure.

M. Caron a renouvelé cette expérience en se plaçant dans les conditions ordinaires de l'industrie. Il a fait mettre un morceau d'acier dans un creuset de terre réfractaire; un autre morceau, coupé dans la même barre, a été placé dans un creuset de chaux vive; ensuite ces deux creusets, enveloppés d'une substance infusible, ont été renfermés dans deux creusets en terre et on les a chauffés successivement dans le même fourneau, à une température sensiblement la même.

La chauffe a duré quatre heures pour chaque creuset : à l'ouverture, tous les deux ont donné un culot parfaitement fondu; mais celui du creuset en terre réfrac-



taire était criblé de bulles, tandis que celui obtenu dans le creuset taillé dans la chaux ne présentait la trace d'aucune effervescence.

Cette expérience comparative porte en elle sa conclusion logique : il faut substituer les matières réfractaires *calcaires* aux matières réfractaires *siliceuses*. Il pour les métallurgistes un triple intérêt à cette substitution:

1° Les fourneaux en matière réfractaire calcaire présentent de l'économie, puisqu'ils doivent avoir une plus longue durée;

2° Ils donneront moins de déchets;

3° C'est là une amélioration importante : les aciers obtenus gagneront en pureté et obtiendront de meilleurs prix que ceux que leurs soufflures feront ranger dans une catégorie inférieure.

— L'emploi de l'anthracite pour la fonte a, jusqu'ici, été accompagné de très-grandes difficultés : on reprochait à l'anthracite de produire une décrépitation qui donnait lieu à des agglomérations de poussières qui dérangeaient la marche du fourneau. Diverses tentatives pour faire disparaître ces inconvénients ont échoué. M. Blackwel, de l'usine d'Yniscedwin, avait cru, à son tour, trouver un procédé qui permettrait l'usage des charbons anthracifères; mais ses essais n'avaient pas répondu à son attente, lorsqu'il résolut de tenter une dernière expérience en modifiant la forme intérieure des fourneaux. Il a complétement réussi. Des correspondances du pays de Galles annoncent qu'il produit les qualités connues sous le nom de n° 2 et de n° 3, en employant moins d'une tonne de combustible pour l'obtention d'une tonne de fonte (proportion exacte 128 tonnes, fonte obtenue, avec 112 tonnes d'anthracite, soit 1 : 0,88).

« C'est là, dit le *Times*, un véritable progrès et qui peut être considéré comme ayant une importance nationale. Aux États-Unis on possède aussi une très-bonne qualité d'anthracite qu'on emploie pour les fontes, mais les procédés qui y sont en usage nécessitent l'emploi de 2 tonnes de ce combustible pour produire une tonne de fonte. Poids pour poids, l'anthracite contient plus de pouvoir calorique que tout autre charbon, mais il ne donne pas autant de gaz volatile et inflammable que les charbons bitumineux, ce qui a empêché son emploi dans les fourneaux à réverbères. Je puis assurer aujourd'hui, qu'avec une installation convenable, ce combustible, qui a l'avantage de ne pas donner de fumée, peut remplacer parfaitement les charbons bitumineux, tant pour les usages domestiques que dans les manufactures. »

Le procédé de M. Blackwel présente surtout de l'intérêt pour les houillères du département de l'Isère. Nous aurons soin de nous procurer quelques détails sur les modifications qui ont permis au métallurgiste anglais d'obtenir les résultats signalés.

— M. Michel Chevalier a dit que les procédés métallurgiques de M. Bessemer pour la transformation du fer en acier ont une plus grande valeur que tout l'or de la Californie.

Il a fallu à M. Bessemer une longue persévérance pour arriver aux résultats qu'il a obtenus, et il a dû se livrer à des essais successifs qu'il a chaque fois protégés par des brevets contre les tentatives des contrefacteurs et des concurrents. On peut juger des sommes qu'il a dû dépenser rien qu'en frais de brevets, lorsqu'on saura qu'en Angleterre seulement il a pris soixante-treize patentes, sans mentionner les brevets pris par lui sur le continent et en Amérique.

Aujourd'hui, les licences qu'il accorde pour l'exploitation de ses procédés et les bénéfices qu'il obtient dans les usines qu'il continue d'exploiter par lui-même lui donnent annuellement des sommes qui dépassent le montant de la liste civile de la plupart des princes régnants des États secondaires de l'Allemagne.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.



## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Construction du bâtiment.** — D'après l'aspect actuel des maçonneries et de la charpenterie métallique du Palais du Champ de Mars, il est permis de penser que l'on s'occupera prochainement d'établir et de disposer, au moins dans certaines parties principales de l'emplacement compris dans le périmètre elliptique circonscrivant le bâtiment de l'Exposition, les aménagements nécessaires pour la mise en place et l'appropriation spéciale du matériel des exposants.

Déjà le rectangle de l'ellipse et le demi-cercle qui lui fait suite du côté de la Seine sont couverts de nombreuses rangées de colonnes surmontées des diverses pièces formant le squelette des galeries métalliques du Palais; ainsi, à l'exception d'une partie des piliers et des fermes de la grande nef, dont le montage exige de longs préliminaires, la presque totalité de la charpente métallique de cet immense fer à cheval a été élevée en un très-court espace de temps, d'abord sur la moitié du développement de l'entreprise Rigolet, vers l'avenue de Suffren, et, plus récemment, sur l'autre moitié confiée à l'usine Joly, dont les ateliers sont en pleine activité du côté de l'avenue de Labourdonnaye. Cette dernière usine a également commencé, aussitôt qu'elle a été mise en possession de l'emplacement nécessaire, la pose du lot de grands piliers dont elle est adjudicataire, en imprimant d'ailleurs à cette partie de son entreprise, suivant l'exemple déjà donné parles maisons Gouin, Cail et de Montataire, dans leurs sections respectives, toute l'impulsion qu'on pouvait attendre de la part de constructeurs de premier ordre.

L'édification de la grande nef des machines qui formera véritablement la partie monumentale du Palais par sa structure hardie et par la hauteur à laquelle s'élèvent les fermes, au-dessus des galeries adjacentes et du promenoir du pourtour, est poursuivie sur cinq chantiers distincts avec toute la promptitude que peuvent comporter le maniement et le montage d'engins et d'appareils de poids et de dimensions aussi considérables. Dans sa partie presque achevée du côté de la Seine, la voûte élevée, formant le sommet de cette immense galerie, a déjà reçu la toiture, ou couverture en tôle ondulée, superposée sur les grands arcs et sur leurs entretoises, et dont les cheneaux sont disposés avec de légères pentes dirigées vers les conduits verticaux ménagés dans l'intérieur des piliers pour l'écoulement des eaux pluviales. On peut d'ailleurs évaluer approximativement, selon nous, à près d'un cinquième du développement total, l'ensemble des parties de grandes fermes déjà dressées, non compris les approvisionnements et préparatifs que l'on remarque de tous côtés dans les emplacements formant solution de continuité entre les divers ateliers.

La répartition des travaux de la charpente métallique entre divers adjudicataires qui ont sans doute des modes particuliers de métrage et de règlement, comporte, pour l'établissement du relevé des quantités d'ouvrages déjà effectuées, des documents que nous ne possédons pas, mais en ce qui concerne les travaux de terrassements et de maçonnerie, conduits avec une rapidité et un soin si remarquables par les entrepreneurs, MM. Andraud et Jullien, il résulte d'un aperçu général, que le degré d'avancement de ces derniers travaux ne s'éloignerait guère, en plus ou en moins, des chiffres suivants :

334,000 mètres de déblais effectués dans le Champ de Mars lui-même, déblais qui se continuent avec activité vers la région de l'École militaire.

26,000 mètres de remblais provenant des décharges publiques.

Les chaussées d'empierrements, comptées dans la même situation, présentaient une surface de 15,000 mètres.

Le cube des murs de fondation s'élevait à 25,000 mètres pour la maçonnerie de moëllons, et à 6,600 mètres pour la maçonnerie de béton, non compris les égouts, piliers et voûtes en béton Cognet des galeries et couloirs souterrains.

Les murs surélevés de la galerie archéologique et de celle des Beaux-Arts offraient, il y a environ un mois, un cube de 6,000 mètres de maçonnerie de moëllons et 2,000 mètres de maçonnerie de béton. Ces mêmes maçonneries avaient atteint, un peu plus récemment, les 2/3 environ de leur cube total, et l'on commençait déjà à faire les enduits, corniches et autres revêtements en plâtre de ces murs qui supporteront, comme les galeries intermédiaires, une toiture métallique composée d'arbalétriers, entraits, tirants, poinçons et autres pièces successivement installées dès que les maçonneries atteignent la hauteur de 14 mètres fixée au projet.

Le réseau souterrain d'écoulement des eaux comprend déjà 5,000 mètres courants d'aqueducs de $0^{m},30$ de diamètre et $2000^{m}$ de $0^{m},40$, complétement achevés.

Parmi les travaux accessoires récemment entrepris, nous avons remarqué le *passage* que l'on effectue sous le quai bordant la Seine, en vue d'établir une communication directe entre l'emplacement du Champ de Mars et la berge du quai d'Orsay où doit être établie, en vertu d'une autorisation récente, l'Exposition nautique de la Société du Rowing-Club. Ce passage, ouvert au moyen d'une tranchée pratiquée à travers la chaussée même du quai d'Orsay jusqu'au niveau de la berge, sera recouvert d'un élégant pont métallique construit par l'usine Joly, dans l'alignement actuel de la voie publique.

Sur d'autres points, on s'est mis en mesure de pourvoir aux travaux préliminaires d'installation des machines appelées à fonctionner dans le Palais de l'Exposition. Les plates-formes nécessaires pour cet objet n'exigeront pas, il paraît, l'emploi de la pierre de taille; elles seront construites en maçonnerie de béton, d'après le système appliqué avec succès à plusieurs autres parties accessoires du Palais de l'Exposition. On peut considérer aussi comme très-prochaine l'installation des appareils à vapeur et la construction des pavillons affectés au service des eaux à distribuer pour les besoins de l'Exposition; le réservoir principal d'alimentation sera très-probablement établi sur la place du Trocadéro.

Enfin, pour tout citer, nous mentionnerons les préparatifs faits en vue de la construction d'un bâtiment affecté à un cercle international qui occuperait, dans la partie du Champ de Mars restée libre du côté de la Seine, une surface de 2 à 3,000 mètres de terrains déjà concédés par la Commission impériale à une Société particulière. Cet édifice, dont la simplicité et l'économie n'excluraient pas l'élégance, aurait 85 mètres en longueur et 32 mètres en largeur, et serait disposé de façon à contenir une salle à manger qui n'aurait pas moins de 500 mètres carrés. Les quatre façades seraient bordées par autant de rangées de magasins symétriques dont le prix de location pour chacun s'élèverait uniformément à 15,000 fr.

La question d'aérage et de ventilation des grands établissements ouverts au public pendant la saison des fortes chaleurs offrant, outre son importance propre, un certain degré d'actualité, nous croyons devoir, en terminant, résumer sur cet objet quelques indications comparatives extraites de l'intéressant compte rendu de l'Exposition universelle de Londres, en 1862[1].

1. Librairie scientifique et agricole de E. Lacroix, 15, quai Malaquais, Paris.

Après avoir parlé des divers systèmes combinés de chauffage et de ventilation de plusieurs édifices anglais, l'auteur s'exprime ainsi :

**Salles du Parlement.** — « *L'air nouveau, que l'on veut faire pénétrer dans les salles, entre dans les chambres inférieures (rez-de-chaussée) par de très-larges ouvertures, égales en surface au moins à la moitié de chacun des grands côtés, et devant lesquelles sont étendus verticalement des espèces de rideaux en canevas à grandes mailles que l'air est obligé de traverser avant d'entrer dans les salles, et contre lesquels il se débarrasse de la poussière. Cet air est pris au rez-de-chaussée et au niveau des cours*..........................................................

....... L'été, pour rafraîchir l'air, on a disposé devant chaque orifice d'entrée de l'air un petit tuyau percé d'un orifice capillaire et qui, au moyen d'un robinet, permet de répandre en avant des canevas et en dehors de la salle une sorte de poussière aqueuse, qui, en se vaporisant, refroidit très-notablement cet air au moment où il arrive. (Ainsi lorsque la température extérieure était de 26° environ, l'on a pu, d'après les indications recueillies, abaisser celle de l'air dans les chambres à air à 18° et même à 12°.)

« L'air qui est ainsi entré par appel dans la chambre inférieure pénètre dans la salle d'assemblée, située immédiatement au-dessus, à travers des grillages en fonte qui règnent sur toute son étendue et qui laissent libre pour son passage, au moins le tiers de leur surface totale. (Cet air débouche, sous les gradins et les bancs, par des ouvertures recouvertes de divers filets et tapis, et situées de façon à ne pas présenter d'inconvénient pour les personnes ; mais ces tapis apportaient un obstacle sensible à l'introduction de l'air et occasionnaient d'ailleurs beaucoup de poussière.)

« Outre ces orifices d'accès de l'air, on en a ménagé d'autres plus libres, dans certains endroits, soit par des conduits verticaux, qui débouchent à 2 mètres environ au-dessus du sol, soit dans quelques parois verticales des passages de circulation.....

« L'extraction de l'air vicié se fait par l'aspiration énergique que produit une cheminée qui est ménagée dans une des hautes tours du palais. Cette cheminée a environ 115 mètres de hauteur sur $1^m,80$ de diamètre intérieur à la base; on la chauffe à l'aide du coke.

« L'air vicié sort des salles de deux façons différentes. Dans la partie assez restreinte qui est occupée par le public, il est appelé à travers les grilles qui ne sont recouvertes d'aucun tapis et à travers les contre-marches de quelques gradins voisins. Dans les autres parties de la salle, l'air nouveau arrivant au contraire par les planchers, l'air vicié s'échappe par les caissons du plafond, dans lesquels de nombreux passages sont ouverts. Dans les deux cas, cet air vicié descend vers les conduits inférieurs, qui le mènent à la base de la grande cheminée d'appel.

« Ainsi l'évacuation se fait par appel en bas, comme dans les anciennes chambres du parlement.

« En résumé, le système de la ventilation par insufflation a été abandonné, après des essais infructueux, et remplacé par l'introduction et l'extraction par appel. »

« **Palais de Sydenham.** — L'air nouveau qui doit être admis dans l'intérieur est introduit sous les planchers par de larges et nombreuses ouvertures ménagées dans les soubassements du bâtiment. Il s'y trouve en contact avec les tuyaux de circulation de l'eau, et est ainsi naturellement appelé dans l'intérieur. L'espace libre laissé dans le plancher étant d'environ 1/15 de sa surface, et par conséquent de $0^{mq},066$ par mètre carré, l'on voit qu'en supposant seulement à l'air une vitesse d'admission de $0^m,20$ par seconde, à peine sensible aux organes les plus délicats, l'on

peut, par ce dispositif, introduire, par heure et par mètre carré de plancher, $0^{mq},066 \times 0^{m},20 \times 3600 = 47^{mc},52$ d'air, et comme il n'y a jamais une personne par mètre carré de superficie du plancher, il s'ensuit que, par ces dispositions très-simples, l'on obtient une ventilation très-abondante et en même temps très-peu sensible.....

« Ce système d'admission de l'air conviendrait parfaitement (ajoute la notice) aux édifices qui ont une destination analogue, tels que les musées, les lieux d'exposition, de promenade, etc. Nous l'avions indiqué en 1855 pour l'exposition universelle, et pour n'avoir pas voulu l'adopter et avoir eu recours à une simple et unique galerie souterraine, on a éprouvé de grands inconvénients et des difficultés que l'on n'a pu surmonter.

« Une disposition analogue, mais qui paraît incomplète faute d'espace et surtout d'orifices suffisants d'admission de l'air, existe à l'exposition universelle de cette année à Londres.

« Au palais de Sydenham l'évacuation de l'air est assurée à l'étage des galeries au moyen d'ouvertures garnies de persiennes mobiles à volonté, et dans les parties supérieures par des moyens analogues. Les joints nombreux et inévitables qu'offrent toujours les panneaux vitrés assurent d'ailleurs des surfaces d'écoulement plus que suffisantes. En été, l'échauffement des vitrages par le soleil est encore un auxiliaire puissant pour cette ventilation, qui se fait ainsi exclusivement par voie d'appel naturel, dû aux différences de température et sans moyens auxiliaires d'échauffement. »

On voit qu'à l'époque à laquelle se reportent les indications qu'on vient de lire et que nous regrettons de ne pouvoir faire suivre de tous les développements donnés par l'auteur, les idées n'étaient pas encore parfaitement fixées au sujet des conditions d'aérage et de ventilation des édifices occupant une vaste surface.

Pour le palais du Champ de Mars, aucune hésitation ne s'est produite, et le projet simple et en même temps magistral qui est en cours d'exécution semble faire une large part à toutes les éventualités. Il consiste principalement, comme on le sait, en une grande galerie souterraine de 1500 mètres de développement et de $6^{m},50$ de largeur établie sur tout le périmètre du bâtiment. Cette galerie de ceinture communique à l'extérieur, au moyen de branchements de même dimension, avec 16 puits de prise d'air espacés à des distances égales et qui se développent aussi sur une ligne de ceinture établie au delà des trottoirs du pourtour. L'orifice circulaire de ces puits, qui ont près de 7 mètres de diamètre, se trouve actuellement arasé au niveau du sol. A l'intérieur plusieurs galeries rayonnantes aboutissent à la galerie générale de ceinture et communiquent chacune avec deux couloirs en cul de sac, munis à leur partie supérieure d'un grand nombre de bouches ou châssis à jour laissant pénétrer abondamment, dans toutes les régions du palais, l'air frais approvisionné dans ces vastes réservoirs souterrains et dont l'émission sera continuelle et convenablement réglée sans doute, par la seule différence de pression atmosphérique et de température du dehors au dedans, et par la disposition même des ouvertures supérieures des galeries et des vitrages.

Nous n'avons pas sous les yeux les dessins de détails qui peuvent se rapporter à cet important objet; mais nous ne doutons pas que pour l'aérage et la ventilation, le palais de l'exposition de 1867 ne réalise, comme en toutes choses, un véritable progrès sur ce qui a été fait jusqu'à ce jour.

G. PALAA.

---



# VARIÉTÉS.

---

### Engrais potassiques de Stassfurth.

Nous publions plus haut, page 464, un travail très-complet de M. E. Kopp sur les produitschimiques de Stassfurth (Prusse). Notre collaborateur indique que plusieurs résidus abandonnés comme déchets pourront être utilisés.

Des tentatives ont été faites pour faire entrer ces déchets dans certains engrais (engrais potassiques Franck, de Stassfurth); mais à leur entrée en France, ces engrais avaient été saisis comme pouvant être assimilés à des matières chimiques et comme devant être assujettis dès lors à payer les droits particuliers qui frappent ces dernières substances.

Nous apprenons aujourd'hui qu'après expertise une décision ministérielle a permis l'importation de ces produits en franchise. Cette décision s'applique à tous les engrais de même provenance et de même nature qui, désormais, pourront entrer en France sans avoir à payer aucun droit. Il y a là une nouvelle importante au point de vue industriel et agricole.

### Le Pétrole.

La consommation de pétrole en Europe a été de 726,950 hectolitres en 1862 et de 1,363,000 hectolitres en 1864. On peut estimer que cette consommation dépassera *quatre millions* d'hectolitres en 1866.

### Explosions de chaudières aux États-Unis.

*L'American Artizan* fait le relevé des explosions qui ont eu lieu, aux États-Unis, du 5 janvier 1866 au 3 février. Les explosions ont été au nombre de *onze,* dans l'espace de *moins d'un mois,* et, d'après le relevé, il y a eu *quatre cent quatre-vingt-onze* personnes *tuées;* les blessés, dans les *petits accidents,* sont au nombre de 38. Il n'y a aucune donnée sur le nombre des blessés dans les *trois grands accidents* (explosion du *Missouri,* dans l'Ohio, 100 tués, explosion du *Miami,* dans l'Arkansas, 225 tués; explosion du *Carter,* dans le Missouri, 150 tués); mais, d'après les probabilités, le nombre des blessés dans ces trois explosions doit être considérable.

Ces chiffres inspirent à *l'American Artizan* les réflexions suivantes :

« Si nous estimons la valeur des personnes tuées au prix moyen que valaient les nègres avant la guerre, c'est-à-dire à 1000 dollars en or par personne, soit 1,400 dollars (7,400 fr.) d'après le cours actuel de l'argent, nous arrivons à un total d'environ 3,600,000 fr. comme valeur des tués, sans tenir compte de la détérioration subie par ceux qui ont été blessés. Si nous multiplions cette somme d'un mois par douze, nous arrivons à un total de 43 millions de fr., comme valeur des personnes tuées dans le courant d'une année. On voit qu'il y a là de la marge pour des économies à réaliser; mais il y a en outre à tenir compte d'une large somme pour les personnes blessées et les propriétés endommagées.

« Si quelqu'un se formalise de la manière dont nous envisageons cette question, nous espérons cependant qu'on voudra bien nous excuser, parce que c'est la seule voie pratique qui conduira à améliorer l'état de choses. »

Nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que le raisonnement de *l'Artizan* est bien américain : ce n'est pas la mort des victimes, mais la perte matérielle occasionnée par leur mort qui est l'argument qu'il invoque pour engager les propriétaires de machines à vapeur à tenir un peu compte des règles de la prudence.



### Éloge de la profession d'Ingénieur civil.

La Société des Ingénieurs civils de Londres a offert, dernièrement, un banquet au prince de Galles, qui avait été nommé membre honoraire de l'institution.

La reproduction des discours qui ont été prononcés à cette occasion nous entraînerait trop loin ; mais nous croyons faire plaisir à nos abonnés en analysant l'allocution de M. Lowe, membre du Parlement, qui avait été invité à cette fête.

« Les Ingénieurs civils, a dit l'honorable M. Lowe, constituent la dernière, je veux dire la plus jeune de nos professions scientifiques ; mais, comme nous le voyons dans les contes de fées, les cadets arrivent à s'assurer un meilleur patrimoine que l'héritage dévolu à leurs aînés. Les ingénieurs ne passent pas leur temps à étudier les langues anciennes ou à analyser minutieusement les formes des expressions et les modes de penser en usage chez les différents peuples, il y a plusieurs milliers d'années, questions qui donnent lieu à de nombreuses controverses, et qui ne peuvent amener à aucune certitude. Ils ont des champs plus vastes à explorer, et, de même que les lois de la nature sont meilleures que les lois écrites, le genre d'études ouvertes aux Ingénieurs civils est supérieur aux études spéciales des professions savantes qui les ont précédés.

« Les Ingénieurs civils n'ont pas reçu en héritage un corps de doctrines toutes faites, doctrines stationnaires, comme la plupart des études qui ont eu le privilége d'occuper l'attention de l'humanité, et pour lesquelles on peut dire que nous ne sommes guère plus avancés qu'on ne l'était il y a deux mille ans. »

A cette occasion, l'orateur se demande si les écrivains et les orateurs savent mieux le grec que les Grecs eux-mêmes, et il doute fort que nos connaissances en philosophie morale ou en logique dépassent celles des philosophes et des logiciens d'Athènes et de Rome. D'un autre côté, les études des Ingénieurs civils ne sont pas seulement aussi vastes que le domaine de la nature, mais elles prennent un développement rapide, dont il n'est donné à personne de mesurer l'étendue.

« Les Ingénieurs civils, dit M. Lowe, sont les héritiers des générations qui se sont succédé, et les champs de leurs investigations sont sans bornes. Ils ont pour sujet de leurs recherches les lois immuables de la nature, et l'application de ces lois au bénéfice de l'humanité est leur thème. Les Ingénieurs ont bien pu avoir la douloureuse impression que leurs vastes travaux n'ont pas fait naître dans l'esprit de la nation le sentiment d'une reconnaissance à laquelle ils avaient de si justes droits ; mais l'orateur espère que si les Universités, s'élevant au niveau qu'elles devraient atteindre, deviennent jamais des établissements réellement nationaux, alors la science de l'Ingénieur sera admise sur un pied d'égalité parfaite avec les autres branches des connaissances humaines. Il espère que le jour arrivera où les efforts que l'on fait aujourd'hui pour s'approprier les langues anciennes seront divisés entre les langues mortes et les langues vivantes.

« Dans tous les cas, a-t-il ajouté, que les Ingénieurs ne se laissent pas décourager parce qu'ils n'ont pas aujourd'hui de dotation. Une dotation n'est pas un bien sans mélange. Souvent c'est pour une génération le moyen de comprimer les idées de la génération qui doit lui succéder. Sont orthodoxes tous ceux qui appartiennent à l'institution officielle ; ne le sont pas ceux qui restent en dehors. Ainsi, si les Ingénieurs ne participent pas aux largesses du Trésor, par contre ils sont débarrassés de toute entrave.....

« La profession des Ingénieurs civils a le droit d'être fière des travaux qu'elle a accomplis, de ses chemins de fer, de ses lignes télégraphiques, qui nous permettent d'échanger nos idées malgré les barrières des compartiments dans lesquels l'égoïsme a voulu parquer les hommes. Les Ingénieurs civils ont été les missionnaires de la paix, et bien qu'un brouillard semble devoir couvrir l'Europe et que la guerre puisse enfanter des ruines, comme l'heure la plus obscure de la nuit précède ordi-

nairement le lever de l'aurore, l'orateur espère que les difficultés de l'heure présente pourront être promptement surmontées, et que les Ingénieurs civils pourront continuer à exercer leurs talents au bénéfice de l'humanité, et resteront, comme toujours, les précurseurs de la paix. »

### L'Ozone.

Il a été reconnu que l'action mécanique des machines soufflantes produisant de grands courants dans l'air y produit de l'ozone. Ce fait peut servir à expliquer l'action salutaire des vents.

On a aussi reconnu qu'il y a une plus grande quantité d'ozone dans les bureaux télégraphiques que dans d'autres pièces, ce qui est dû à l'action de l'électricité. On pense que c'est à cette cause qu'il faut attribuer que les employés du télégraphe jouissent d'une immunité relative pendant les maladies épidémiques.

### Accidents sur les chemins de fer anglais.

Les accidents sont plus nombreux sur les chemins de fer anglais que sur le continent. Il faut cependant rendre cette justice à la magistrature anglaise, qu'elle ne se montre pas parcimonieuse dans l'allocation de dommages et intérêts aux victimes.

Un Français, M. Lemarchand, se trouvait dans un wagon où trois de ses compagnons de voyage furent tués pendant une collision entre deux trains. Le jury a condamné la compagnie du *South-Eastern-railway* à payer à M. Lemarchand une somme de 3,250 liv. sterl., soit 81,250 fr. Il est juste d'ajouter que l'avocat du plaignant a produit des pièces prouvant que M. Lemarchand avait payé 37,500 fr. pour frais chirurgicaux et autres dépenses résultant de l'accident qu'il avait subi.

### Curage des cours d'eau.

Sous le nom de cours d'eau, on comprend les petites rivières, ruisseaux ou rus. Opérer souvent leur nettoiement est une chose utile, si ce n'est indispensable; au point de vue de la santé publique, c'est enlever une des causes d'épidémie; au point de vue de l'agriculture, c'est lui donner des engrais profitables, surtout pour les prairies.

En effet, les matières qui viennent salir les cours d'eau, par accumulation, produisent des émanations insalubres, souvent dangereuses.

On croit généralement qu'un curage est dispendieux; cela tient à ce que souvent ce travail est fait sans l'entente préalable des communes par lesquelles passe le cours d'eau. Il arrive alors que certaines parties situées en amont sont curées après d'autres situées en aval, et que cette opération salit des portions nettoyées depuis peu, et qui, par conséquent, perdent le résultat du curage. Mais, avec un peu d'entente entre les communes, on pourrait commencer le nettoyage à la source des cours d'eau et obtenir ainsi une propreté complète.

Les curages des cours d'eau se font aux frais des riverains; ceux-ci, souvent préoccupés d'éviter une dépense, reculent le plus qu'ils peuvent devant cette opération, sans songer au profit qu'ils peuvent tirer de l'engrais qui en résulte, et qui, mêlé d'un peu de terre, de résidus de lessive, cendres, etc., a une action très-grande sur les prairies.

Le développement des cours d'eau en France est d'environ 200,000 kilomètres; leur curage partiel d'un quart par année peut produire environ deux millions de tonnes d'engrais.

Les curages évitent les épizooties, les épidémies. Mais autant que possible il convient de les faire avant les grandes chaleurs, pour éviter d'avoir des ouvriers malades.



Ce que nous venons de dire pour les rus ou ruisseaux est applicable aux mares, soit des fermes, soit des maisons. Il est à désirer que ces mares soient disposées de façon à avoir, à leur partie inférieure, une fosse avec bonde permettant leur nettoyage d'une manière complète.

---

# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

---

**Marché de travaux publics. — Canalisation de conduites de gaz sous la voie publique.**

La Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz s'est engagée, envers l'administration municipale, à exécuter sous la voie publique le mode de canalisation qui serait jugé le plus propre à garantir les arbres des effets du gaz.

Des infractions au traité passé entre la compagnie et l'administration ayant été constatées, on s'est demandé si ces infractions constituaient des contraventions à un règlement de grande voirie pouvant donner lieu à un procès-verbal régulier, ou de simples contestations s'élevant à l'occasion de l'exécution de ce traité.

Le conseil de préfecture a décidé, par un arrêté du 15 mars 1866, que le traité passé entre la compagnie du gaz et la Ville de Paris était un véritable marché de travaux publics, que son inexécution devait être regardée non comme une contravention à un règlement de grande voirie, mais comme une simple contestation du ressort de la juridiction administrative.

**Travaux publics. — Sous-traitements. — Privilége. — Transport consenti par l'entrepreneur général. — Oppositions formées par les sous-traitants.**

Les décrets des 26 pluviôse an II et 12 décembre 1806 accordent aux sous-traitants un privilége, pour le montant de leurs créances, contre les entrepreneurs généraux, sur les sommes dues aux traitants par l'État.

La Cour de Paris a jugé, le 16 mars dernier, que ce privilége pouvait s'exercer nonobstant toutes actions ou transports consentis par les entrepreneurs généraux.

Elle a décidé, par le même arrêt, que ce privilége n'est pas uniquement restreint aux sommes représentatives des fournitures faites par les sous-traitants, mais s'étend sur toutes les sommes dues aux traitants, par suite de la liquidation générale, tant de leurs fournitures que de leur cautionnement.

**Travaux publics. — Accident. — Ouvrier. — Action en dommages-intérêts. — Compétence.**

La Cour de Paris a rendu, le 19 mai dernier, un arrêt qui présente un intérêt pratique assez considérable[2].

Un ouvrier, blessé sur les chantiers de la compagnie du chemin de fer de ceinture, avait intenté une action civile contre cette compagnie en soutenant que l'accident provenait d'un travail qui lui avait été commandé par l'agent de l'entrepreneur avec des instruments et matériaux d'un emploi dangereux et défectueux.

La compagnie ayant appelé la Ville de Paris en garantie, celle-ci réclama son renvoi devant la juridiction administrative, et la compagnie éleva alors la même prétention qui fut accueillie par le tribunal.

Mais, sur l'appel de l'ouvrier, victime de l'accident, la Cour a infirmé la décision des premiers juges; elle a jugé que, si la Ville pouvait à bon droit demander son

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.
2. Journal *le Bâtiment* du 3 juin 1866.



recours devant la juridiction administrative, l'action intentée par le blessé contre la compagnie du chemin de fer était de la compétence des tribunaux ordinaires. Son arrêt est ainsi motivé en droit :

« Considérant que le but de la loi du 28 pluviôse an VIII a été de placer les intérêts de l'administration sous la protection d'une juridiction spéciale ; qu'en étendant aux faits personnels des entrepreneurs de travaux publics la compétence des tribunaux administratifs, elle a voulu que ces travaux ne pussent être arrêtés par des actions portées devant les tribunaux ordinaires, actions qui, en divisant la juridiction, auraient à la fois entravé l'exécution des entreprises de l'État et amené sur les mêmes faits des diversités inévitables de décisions;

« Mais, considérant que le législateur n'a pas entendu attribuer aux tribunaux administratifs la connaissance des torts et dommages causés par des faits constituant des délits du droit commun, qui ne sont pas la conséquence des travaux publics, et dans lesquels l'administration est sans intérêt, non plus que l'exécution des travaux qu'elle fait opérer..... »

Cette décision nous paraît juridique, le recours en garantie exercé par le défendeur ne pouvant porter atteinte aux règles de la compétence sur la demande principale.

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

## Tribunaux étrangers.

Un procès assez singulier a été jugé il y a quelques jours devant la cour des plaids communs à Londres.

Voici le résumé des faits :

MM. Appleby frères, ingénieurs, réclamaient de M. Meyers une somme assez considérable pour travaux exécutés (établissement d'une machine à vapeur, de chaudières, d'appareils à sécher, etc.), travaux qui n'avaient pu être terminés par suite d'un incendie qui avait détruit les ateliers de M. Meyers. Celui-ci se refusait au payement en s'appuyant sur le contrat intervenu entre lui et MM. Appleby portant que les travaux ne devaient être payés qu'*après leur complet achèvement.*

Il y a eu de longs, très-longs plaidoyers.

La Cour s'est prononcée en faveur des ingénieurs et a ordonné le payement de tous les travaux faits, d'après expertise.

Parmi les considérants, nous remarquons que le propriétaire de l'usine est responsable parce que les ateliers dans lesquels l'incendie a eu lieu étaient en sa possession et sous sa surveillance; — qu'une partie des travaux exécutés était sur le point d'être terminée, puisque le défendeur avait déjà pu en faire usage pour son industrie; — d'après le contrat, les machines devaient être placées de manière à toucher les bâtiments du défendeur, donc au moment de l'incendie elles faisaient partie de sa propriété, ce qui le rend responsable de leur destruction et de leur non-achèvement. — Ainsi, si le défendeur n'avait pas mis à la disposition des plaignants les bâtiments dans lesquels les travaux devaient être faits, ou si le défendeur, par sa propre volonté ou par des défauts inhérents aux bâtiments, avait rendu impossible l'achèvement des travaux, les ingénieurs-constructeurs auraient eu le droit d'intenter une action pour rupture du contrat ou de considérer le contrat comme rompu et de demander le payement des travaux exécutés jusqu'à ce jour et jusqu'à due concurrence. Ces mêmes droits sont acquis aux plaignants et le défendeur ne peut exciper d'une non-exécution qui n'est pas le fait des constructeurs, puisqu'elle provient d'un incendie accidentel, etc.

Comme on le voit, c'est l'application rigoureuse, mais juste, de l'adage *res perit domino.*



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

**MÉTAUX** (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 205 | » |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 202 | 50 |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 210 | » |
| Étain Banca | 207 | 50 |
| — des détroits | 202 | 50 |
| — anglais | 202 | 50 |
| Plomb brut de France | 51 | » |
| — d'Espagne | 52 | » |
| — d'Angleterre | 51 | 50 |
| Zinc brut de Silésie | 58 | 50 |
| Autres provenances | » | » |

**MARSEILLE** (entrepôt).

| | | |
|---|---|---|
| Aciers de Suède, nº 1 | 48 | » |
| — 0 | 50 | » |
| — 00 | 52 | » |
| Aciers de Trieste, nº 1 | 58 | » |
| — 0 | 60 | » |
| — 00 | 62 | » |
| Fers anglais | 25 | » |
| — de Suède | 35 | » |

**SAINT-DIZIER.**

| | | |
|---|---|---|
| Fontes au bois | 110 | » |
| Fers au bois | 220 | » |
| Fers métis | 210 | » |
| Fers au coke | 200 | » |

**HUILES.**

| | | |
|---|---|---|
| Colza brut (tous fûts) 100 kil. | 91 | 50 |
| — en tonne | 111 | 50 |
| — épurée | 119 | 50 |
| Lin brut (tous fûts) | 98 | » |
| OEillette commune (hectolitre) | 160 | » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 | » |

**PRODUITS CHIMIQUES** (les 100k à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Acide acétique, 8 | 55 | » |
| — muriatique | 6 | 50 |
| — nitrique, 40 | 49 | » |
| — — 36 | 39 | » |
| — sulfurique, 66 | 14 | » |
| — — 53 | 8 | 50 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 | » |
| Nitrate de potasse brut | 58 | » |
| — raffiné | 66 à 68 | |
| Nitro-benzine | 1 | 90 |
| Sel de soude (75 à 76) | 36 à 39 | |
| — (80 à 82) | 38 à 42 | |
| Sel d'étain | 205 | » |

**BOIS.**

| | | |
|---|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 | » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 | » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 | |
| Sapins ordinaires | 53 | » |
| Poutrelles de Norwége | 60 | » |
| Chêne d'entrevous | 0 | 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 | 00 |
| — planche (0m,0031) | 1 | 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 | 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 | 75 |

**MAÇONNERIE.**

(Paris, octroi, transport compris).

| | | |
|---|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 | » |
| Chaux hydraulique | | » |
| — grasse | » | » |
| Ciment de Portland 100 k | 9 | 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m. c. | » | 90 |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 | |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 | 50 |
| Sable de rivière | 7 | 25 |
| — de plaine | 4 | 50 |
| Moellons durs | 11 | 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 | » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

# NOTE
# SUR UN APPAREIL A TAMISER LES CHARBONS,

PAR M. CH. DEMANET, INGÉNIEUR HONORAIRE DES MINES.

Planche XXII.

---

On sait que la grande partie du coke que l'on obtient maintenant dans les fours se fait avec des charbons menus. Ce n'est que dans des cas exceptionnels qu'on peut trouver avantage à enfourner des charbons tout-venant, soit à leur état naturel, soit broyés.

Généralement donc, les produits sortant du puits sont déversés sur des grilles formées de barreaux dont l'écartement varie de deux à quatre centimètres. Les refus des grilles sont écoulés sous forme de gaillettes, gailleteries et houilles ; les menus sont transformés en coke, ou bien servent à la fabrication des agglomérés.

Quand ces menus sont propres on les enfourne directement ; mais il n'en est pas toujours ainsi, et fort souvent la quantité de schistes qu'ils contiennent est trop considérable. Ils doivent subir un lavage.

Cette opération peut se faire dans divers appareils ; mais quiconque en a fait usage a bien vite reconnu que tous donnent lieu à la transformation d'une partie du charbon en schlamms ou boues, qui n'ont presque pas de valeur.

La partie la plus ténue, qui est aussi la plus pure, étant entraînée avec les eaux de lavage, il arrive que les parties les plus grossières que l'on parvient à retirer des labyrinthes ou bassins de dépôt, ont une teneur en cendres trop élevée. Du reste, leur état boueux en rend l'emploi difficile et ont est obligé de les écouler à vil prix.

La perte de charbon qui résulte de cette formation de schlamms est considérable, et elle constitue, sans contredit, un des griefs les plus sérieux que l'on puisse articuler contre l'opération du lavage.

Il y aurait donc tout intérêt à séparer, avant lavage, la poussière des charbons. Les menus privés de poussière se lavent mieux et plus facilement ; le déchet est beaucoup moindre, puisqu'on évite en grande partie la formation des schlamms ; la marche des appareils, sous le rapport de la production, est considérablement améliorée. C'est ainsi, par exemple, qu'un appareil Bérard donnant en 24 heures 50 à 60 tonnes de charbon lavé, peut en donner 90 à 100, quand on y traite des charbons sans poussière.

Voici un appareil que nous avons monté dans cette intention. (Planche XXII, fig. 1, 2 et 3, coupe, projection verticale et plan.)

Il se compose d'un tamis tournant A, formé d'un tissu métallique, ou mieux, d'une tôle perforée ayant la forme d'un entonnoir.

D'après le diamètre des trous de la tôle on peut obtenir des charbons plus ou moins fins, ou plutôt une poussière plus ou moins tenue.

Cette tôle est animée d'un mouvement de rotation, au moyen d'un arbre B et d'une poulie C, sur laquelle passe la courroie motrice.

Le charbon menu, destiné au lavage, versé dans la trémie T, tombe dans le centre de l'entonnoir. L'action de la force centrifuge le projette et l'étale sur toute la tôle; la poussière passe à travers et se rend en D; les refus, complétement privés de fin, tombent sur le plancher incliné E et de là dans les wagons qui les conduisent aux appareils à laver.

La grosseur du charbon tamisé, et par conséquent le diamètre des trous de la tôle perforée, varient suivant la nature du charbon que l'on traite et suivant la pureté que l'on veut obtenir.

Il y a donc des essais préliminaires à faire afin de décider le diamètre des trous qu'il conviendra d'adopter dans chaque cas particulier.

L'appareil dont il est question ici a été monté d'abord avec une toile métallique ayant 100 mailles par centimètre carré. Cette toile n'ayant pas présenté suffisamment de résistance, et ne fournissant du reste que de la poussière pour ainsi dire impalpable, a été remplacée par une tôle perforée dont les trous ont 3 millimètres de diamètre.

Le diamètre de l'entonnoir est de 2 mètres. Sa vitesse doit être de 75 tours par minute, pour que le charbon soit projeté.

Le calcul indique que la coupe verticale de l'entonnoir doit être une parabole d'autant plus fermée, que la vitesse à laquelle on veut marcher est plus grande. On se sert, pour base de ce calcul, de la considération suivante : que la vitesse du charbon suivant une génératrice soit constante.

Soit A un point matériel placé sur la tôle d'un classeur en mouvement. Il est soumis à deux forces (fig. 81):

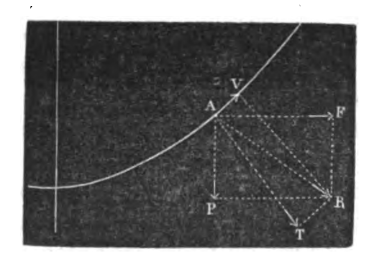



Fig. 81.

1° Son poids que nous représentons par A P.

2° La force centrifuge dont l'intensité dépend de la vitesse angulaire et de la distance du point à l'axe de rotation. Soit A T cette force.

Elles ont pour résultante A R, laquelle peut se décomposer en deux forces : A T perpendiculaire à l'élément de la tôle considéré, et A V parallèle à cet élément. Cette dernière composante représente la force qui

sollicite le corps à monter. C'est cette quantité qui doit être constante en chaque point de la génératrice.

La force AP restant constante et la force AF augmentant au contraire à mesure que le point s'éloigne de l'axe, il s'ensuit que si l'on veut que AV reste constant, il faut que l'inclinaison augmente. Le calcul indique que la parabole satisfait à cette condition.

La puissance de tamisage de cet appareil est considérable. Dans celui de 2 mètres de diamètre que nous avons monté aux charbonnages de l'Espérance, on peut passer presque 200 tonnes de charbon par jour. Il est facile de se rendre compte de cet effet.

Considérons un grain de charbon A descendant, par son propre poids, un tamis incliné à 45°. Soit AP = 30 une ligne représentant le poids de ce grain de charbon (fig. 82).

Cette force AP peut se décomposer en AV parallèle au tamis qui tend à faire glisser le charbon, et AT perpendiculaire qui tend à le faire passer à travers la toile. Appelons cette dernière *puissance de tamisage*.

AP étant supposé égal à 30 millimètres, on voit que la puissance de tamisage est ici représentée par 20.

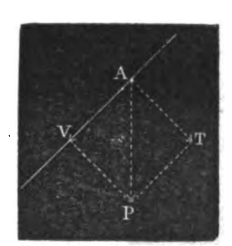



Fig. 82.

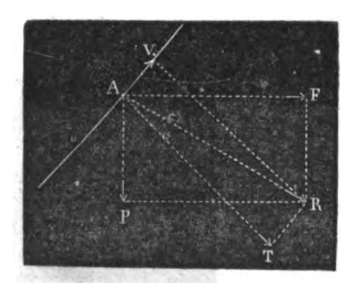



Fig. 83.

Supposons maintenant que le point A (fig. 83) soit sur une tôle inclinée à 45° également, mais faisant partie d'un classeur animé d'une certaine vitesse de rotation.

Le point A, cette fois, sera soumis :

1° A son poids AP que nous ferons égal à 30 millimètres, comme dans le cas précédent.

2° A l'action de la force centrifuge AF dont l'intensité dépendra de la vitesse. Supposons celle-ci telle que AF = 50 millimètres.

Les deux forces AF et AP ont pour résultante AR qui se décompose en AV, parallèle à la tôle, et AT perpendiculaire. La première tend à faire monter le charbon et à le faire sortir de l'entonnoir ; la seconde est la force de tamisage. On voit que, tandis que dans le premier cas cette force n'était représentée que par 20, dans celui-ci elle est représentée par 55.

Que d'un autre côté, dans la fig. 82, AV = 20, et dans la fig. 83, AV = 15; ce qui veut dire que, dans le classeur, on peut faire parcourir le charbon avec moins de vitesse, suivant une génératrice, que sur un tamis ordinaire, tout en augmentant de beaucoup sa pression contre le tamis.

Il se comprend qu'on peut combiner la courbure de l'entonnoir et la vitesse de façon à rendre AR très-grand et AV très-petit. En d'autres termes, on peut arriver à faire monter le charbon aussi lentement qu'on veut et augmenter sa pression sur la toile.

Plus la vitesse AV du charbon suivant une génératrice sera faible, plus l'espace parcouru sur la toile sera grand, parce que la matière décrit une suite d'hélices d'autant plus serrées que la composante AV est plus faible.

Mais il faut remarquer que si l'on peut réduire autant qu'on le veut la vitesse suivant une génératrice, il n'en est pas de même de la vitesse suivant les grands cercles, de sorte que plus l'inclinaison est forte et la vitesse considérable, plus aussi le charbon est projeté avec force de l'appareil suivant des tangentes au cercle extérieur. Il est alors sujet à se briser contre les parois.

Il y a donc à tenir une limite que l'expérience doit indiquer.

Cet effet de la casse du charbon se produisait dans l'appareil de la pl. XXI, parce que les dimensions de la caisse étaient un peu trop petites. On est parvenu à éviter cet inconvénient en disposant tout autour de l'entonnoir une tôle courbe $(a\,a')$ contre laquelle le charbon glisse sans choc (fig. 84).

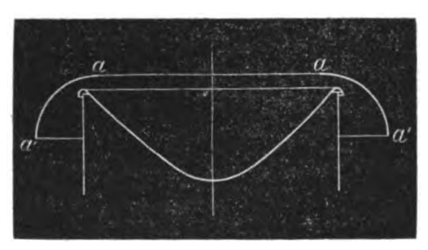



Fig. 84.

On comprend du reste, par les calculs que nous avons indiqués plus haut, qu'on peut modifier les dimensions de cet appareil en le faisant plus ou moins ouvert, et en réglant la vitesse de rotation. Je suis persuadé que, après quelques essais, on arriverait à de fort beaux résultats comme quantités et comme netteté du tamisage.

Le diamètre qu'il conviendrait de donner à l'entonnoir devrait aussi être étudié, et il y aurait à examiner, si, pour un même effet obtenu, il vaut mieux faire un entonnoir à grand diamètre, très-évasé et animé d'une faible vitesse, ou un entonnoir de petit diamètre, plus conique et animé d'une grande vitesse.

L'appareil, installé comme l'indique la pl. XXII, peut coûter 2,000 fr. La force qu'il consomme ne dépasse pas un cheval vapeur.

Il est évident que si l'on n'avait pas de machine à proximité qu'on pût utiliser, il serait facile de monter sur l'appareil même une petite machine attaquant directement l'arbre de rotation.

CH. DEMANET.

# NOTICE

## SUR UN SYSTÈME

# DE POUTRES EN FER PROFILÉ DE GRANDE HAUTEUR

PAR M. P. STÉCULORUM.

INGÉNIEUR AU CHEMIN DE FER GUILLAUME-LUXEMBOURG.

(Planches XXIII et XXIV)

---

## I

La fabrication des fers profilés, des poutrelles laminées double T particulièrement, a pris depuis son origine, encore toute récente, une extension considérable. Les progrès si rapides de cette branche de l'industrie métallurgique ont créé les applications; les grandes constructions de la marine et des travaux publics emploient une quantité considérable de ces fers, et les forges, pour répondre aux exigences des demandes, fabriquent aujourd'hui des poutrelles doubles T de $0^m,50$ de hauteur pesant jusqu'à 150 kilog. par mètre courant.

Ces grandes poutrelles, déjà très-coûteuses, ne pourront pas probablement être industriellement dépassées de beaucoup. Pour fabriquer de telles pièces il faut employer nécessairement des paquets très-lourds, très-gros, par conséquent difficiles à chauffer, à souder au centre; de là, quantités de rebuts de fabrication qui viennent s'ajouter aux déchets inévitables, tels que les longs bouts abattus à la scie.

On peut donc dire qu'après un certain profil, une certaine hauteur de poutrelle, l'avantage que l'on peut avoir à employer ce genre de fer disparaît rapidement, ou bien que les forges, pour trouver acheteurs, doivent se contenter d'un bénéfice en raison inverse des difficultés de la fabrication.

Ne serait-il pas possible cependant de reculer les limites dans lesquelles se trouve actuellement resserré l'emploi avantageux des poutrelles en fer profilé; de livrer au commerce des pièces de grande hauteur à des prix peu différents de ceux correspondant aux moyennes hauteurs? Pour atteindre ce résultat qu'y aurait-il à faire?

La réponse est simple : il faudrait évidemment que, par un changement quelconque apporté aux procédés aujourd'hui en vigueur, l'on se rapprochât, pour les pièces de grande hauteur, des conditions favorables de production sur plus faible hauteur; ou bien que l'on trouvât



moyen d'utiliser sans transformation une bonne partie des rebuts fournis par le mode de fabrication actuel.

La position ainsi définie, le moyen suivant nous paraît être à tous égards une solution satisfaisante :

S'agira-t-il, par exemple, d'obtenir une poutre de $0^m,90$ de hauteur, on prendra deux poutrelles de $0^m,30$ et on les réunira comme l'indique la fig. 1 (Pl. XXIII), par des bouts tirés des rebuts ou des déchets de la fabrication de ces mêmes pièces. On obtiendra en définitive, avec fort peu d'assemblages, une poutre dans laquelle les poutrelles, supérieure et inférieure, pourront être regardées comme les deux fortes plates-bandes d'une poutre où les pleins intermédiaires joueront en partie le rôle du croisillonnement dans les poutres en treillis.

On aurait d'ailleurs pu obtenir cette poutre de $0^m,90$ de hauteur de diverses manières : par exemple, en réunissant des poutrelles de $0^m,20$ de hauteur par des pleins de $0^m,50$.

En résumé, pour avoir une poutre de ces dimensions, on retombe non-seulement dans les meilleures conditions de production, mais encore on utilise la majeure partie des rebuts d'une fabrication qui jusqu'alors devait en supporter tout le poids.

Le moyen proposé répond donc à la fois aux deux conditions que nous avons regardées comme devant être l'une ou l'autre réalisée, pour accroître l'application des poutrelles double T; de plus, il crée une belle variété de poutres de grande hauteur avec un nombre assez restreint de cylindres, puisqu'il consiste à combiner entre eux les divers profils.

Les usines ayant en magasin les poutrelles plates-bandes, ainsi que les pleins tirés des rebuts coupés à longueur (*), pourront, de même que pour les poutrelles double T de faible hauteur, livrer ces poutres au reçu des commandes. Ce sera comme de nouveaux profils qui viendront s'ajouter à leurs tableaux de fabrication, les forges n'ayant pour les obtenir, aucun changement à faire dans leur marche; quelques trous à percer et quelques boulons ou rivets à poser, voilà tout le travail exigé par cette nouvelle fabrication.

Ces poutres en fer profilé de grande hauteur sont donc d'une exécution tout à fait facile; il n'y a de particulier dans leur établissement que le mode de répartition, la détermination des dimensions et du nombre des pleins, ainsi que la nature des assemblages de ces derniers avec les poutrelles plates-bandes. C'est de cela que nous allons nous occuper.

Tout en désirant présenter les explications qui vont suivre de la manière la plus élémentaire, la plus simple, nous avons dû cependant faire usage de quelques formules; mais celles-ci ne doivent pas effrayer les personnes qui ont perdu l'habitude des calculs algébriques; une fois admises, elles sont d'une application numérique qui ne peut présenter la plus légère difficulté.

(*) Nous verrons plus loin que la hauteur et la nature de la matière constitutive des pleins déterminent la longueur de ces derniers.



## II

On sait qu'une poutre posée sur deux appuis à ses extrémités et soumise à l'action de forces extérieures, toutes perpendiculaires à sa longueur, possède dans un plan passant par le centre de gravité de toutes les sections droites du solide une surface de fibres qui ne sont soumises ni à l'extension ni à la compression. Cette surface, qui se projette verticalement suivant une ligne appelée axe neutre de la poutre pour le cas considéré, est la limite des efforts de signes contraires (traction et compression) développés dans chaque section. Ce fait, que l'expérience confirme, a permis, dans les limites de proportionnalité entre les altérations totales (*) et les forces qui les produisent, d'appliquer le calcul à ce genre de pièce.

Si, au lieu de la poutre que nous venons de considérer, on a plusieurs poutres, plusieurs madriers par exemple, placés à plat l'un sur l'autre, on remarque lors de l'application de la charge, qu'il y a glissement sur les faces de contact. L'ensemble ne résiste pas comme une poutre ayant pour épaisseur la somme des épaisseurs des madriers, mais à très-peu près comme autant de poutres séparées qu'il y a de madriers. Pour obtenir une seule poutre, il faudrait rendre ce glissement impossible.

De même, dans le cas des poutres en fer profilé de grande hauteur, que nous avons définies au § I, les poutrelles plates-bandes, si elles étaient indépendantes, donneraient une résistance égale au double de celle due à chacune d'elles prise séparément. Supposons donc qu'elles portent sur un certain nombre de pleins et qu'elles soient reliées à ceux-ci par un moyen quelconque permettant toute déformation du système autre que celle due au glissement sur les faces de contact.

L'expérience montre que sous une charge uniformément répartie et agissant simultanément sur les deux plates-bandes, le système se déforme comme l'indique la figure 2, les forces qui tendent à produire glissement sur les faces de contact étant symétriques par rapport à l'axe de la portée. La liaison, l'assemblage à etablir entre les pleins et les poutrelles plates-bandes en empêchant cette déformation, permettra d'obtenir une poutre unique de grande résistance, dans laquelle la poutrelle supérieure sera comprimée et la poutrelle inférieure tendue.

Recherchons de suite la loi suivant laquelle se développent les efforts qui tendent à faire naître la deformation dont il vient d'être parlé, ces forces devant nous servir dans toutes les déterminations relatives à l'établissement des poutres en fer profilé de grande hauteur.

L'idée d'avoir égard au glissement longitudinal dans le calcul des pièces droites chargées transversalement est due à M. l'ingénieur russe

(*) Allongement ou raccourcissement élastique et permanent.

Jourawski; plus tard, M. Belanger, à l'Ecole centrale, et M. Bresse, à l'Ecole des ponts et chaussées donnèrent la formule :

$$\mathrm{T}\,dx\,\frac{b}{\mathrm{I}}\int_0^{v'} v\,dv$$

relative aux pièces à section rectangulaire (fig. 3), formule à laquelle chacun de ces messieurs arriva par une voie différente. C'est l'expression de la valeur du glissement longitudinal entre deux sections séparées par la distance infiniment petite $dx$.

Appliquons au système de poutre qui nous occupe les raisonnements du savant professeur M. Belanger, nous en tirerons ensuite l'équation générale du glissement longitudinal.

Les plates-bandes ayant chacune la section d'un double T, la poutre aura la coupe transversale représentée par la figure 4. Ceci posé, appelons R l'effort par unité de surface auquel sont soumises les fibres situées à une distance $v$ de l'axe neutre dans une section droite quelconque, I le moment d'inertie de cette section, $\mu$ le moment des forces extérieures agissant depuis la section considérée jusqu'à l'extrémité de la pièce; on a alors :

$$\frac{\mathrm{R\,I}}{v}=\mu. \qquad (1)$$

D'ailleurs les fibres situées à une distance $v$ de l'axe neutre supportent sur leur base, de largeur $b$ et de hauteur $dv$, un effort égal à :

$$\mathrm{R}\,b\,dv,$$

ou, remplaçant R par sa valeur tirée de (1) :

$$\frac{\mu b}{\mathrm{I}}\,v\,dv. \qquad (2)$$

Dans une section séparée de la précédente par une distance $dx$ infiniment petite, la base de ces mêmes fibres est soumise à un effort donné par l'expression (2) dans laquelle $\mu$ devient $\mu+d\mu$, et la résultante de translation, l'effort qui tend à produire le glissement longitudinal des fibres considérées, est la différence de ces deux expressions, dont le signe indique le sens d'action :

$$-d\mu\,\frac{b}{\mathrm{I}}\,v\,dv. \qquad (3)$$

Or, on connaît la relation suivante

$$-d\mu=\mathrm{T}\,dx\ (*)$$

(*) On peut la démontrer directement. M. Belanger l'établit comme il suit :

Si l'on appelle $a$ la distance à l'origine des $x$, d'une quelconque des forces transversales P qui agissent au-delà d'un point M d'abscisse $x$, on a :

$$M_{\mathrm{M}}\mathrm{P}=\mathrm{P}\,(a-x).$$

Ce qui veut dire en expliquant les signes : Moment de la force P par rapport à M égale, etc., par conséquent :

$$\mu=\Sigma\mathrm{P}a-x\Sigma\mathrm{P},$$

d'où :

$$\frac{d\mu}{dx}=-\Sigma\mathrm{P}=-\mathrm{T}.$$

dans laquelle T représente l'effort tranchant dans la première section considerée; donc (3) devient:

$$\frac{T\,dx}{I}\,b\,v\,dv$$

et pour les fibres comprises entre $v$ et $v'$ de la coupe transversale on a :

$$\frac{T\,dx}{I}\,b\int_{v}^{v'} v\,d\,v,$$

formule écrite en commençant pour les pièces de section rectangulaire, d'où, effectuant l'intégration, on a :

$$T\,dx\,\frac{b}{I}\left(\frac{v^2}{2}-\frac{v'^2}{2}\right) \qquad (4)$$

qui exprime l'effort de glissement sur la face EF de l'âme du double T, entre deux sections de la plate-bande supérieure séparées par la distance $dx$.

Pour déterminer la valeur semblable du glissement longitudinal de l'âme EFHK seule, sur HK de la nervure inférieure du double T, on remarquera que l'équation (1) est applicable à tous les points de la section; que, si l'on y fait $v = v'$, I et $\mu$ restant constants, on en tirera une nouvelle valeur de R

$$R' = \frac{\mu\, v'}{I};$$

donc pour une suite de fibres situées à une distance $v'$ de l'axe neutre, de largeur $b'$ et de hauteur $dv'$, l'effort sera :

$$\frac{\mu\, b'}{I}\,v'\,dv',$$

et considérant la section infiniment voisine de celle-ci on arrivera, en raisonnant comme précédemment, à avoir pour valeur du glissement longitudinal suivant HK

$$T\,dx\,\frac{b'}{I}\left(\frac{v'^2}{2}-\frac{v''^2}{2}\right). \qquad (5)$$

On trouverait de même pour l'effort correspondant à la face AB de la nervure inférieure

$$T\,dx\,\frac{b}{I}\left(\frac{v''^2}{2}-\frac{v'''^2}{2}\right). \qquad (6)$$

Les quantités (4), (5), (6) étant respectivement l'effort de glissement longitudinal, 1° de la nervure supérieure, 2° de l'âme, 3° de la nervure inférieure du double T, chaque partie considérée indépendamment des deux autres, il en résulte que leur somme

$$T\,dx\left[b\left(\frac{v^2-v'''^2}{2}\right)+\frac{v'^2}{2}(b'-b)+\frac{v''^2}{2}(b-b')\right] \qquad (7)$$

donnera l'expression du glissement longitudinal de la plate-bande supérieure de la poutre pour une longueur comprise entre la section consi-



dérée et une autre séparée de cette dernière par la distance infiniment petite $dx$.

Si maintenant on veut avoir la valeur G du glissement longitudinal total entre deux sections quelconques, par exemple entre l'origine des coordonnées supposée à l'une des extrémités de la poutre et une section d'abscisse X, il suffira d'intégrer l'expression (7) depuis $x = o$ jusqu'à $x = X$. Pour cela, on remplacera T par sa valeur en fonction de X,

$$T = T_0 - pX,$$

dans laquelle $T_0$ est l'effort tranchant près de l'origine et $p$ le poids uniformément réparti par unité de longueur; effectuant l'intégration, on aura :

$$G = \left[\frac{T_0 X}{I} - \frac{p X^2}{2 I}\right] \left[\frac{b}{2}\left(v^2 - v'''^2\right) + \frac{v'^2}{2}\left(b' - b\right) + \frac{v''^2}{2}\left(b - b'\right)\right] \quad (8)$$

équation de la forme $ax^2 + bx + c = o$, qui représente une parabole à axe principal parallèle à l'axe des ordonnées. — Cette équation générale fait voir que G devenant maximum avec le premier facteur du deuxième membre, c'est-à-dire pour la valeur de X, qui fait :

$$T_0 - pX = o,$$

le glissement longitudinal est maximum quand l'effort tranchant est nul, et réciproquement.

On pourra donc, étant données les dimensions d'une poutre et particulièrement d'une poutre avec plates-bandes ou tables en poutrelles double T, celles-ci rendues solidaires ainsi que nous le verrons plus loin, on pourra tracer la parabole représentative (fig. 5, hypothèse d'une poutre posée sur deux appuis à ses extrémités) des efforts de glissement longitudinal sur les faces intérieures PQ, RS des nervures près de l'axe neutre, et avoir à l'échelle la valeur BB′ du glissement longitudinal développé entre la section O, et une autre quelconque passant par AA′. Le glissement longitudinal développé entre deux sections AA′, DD′ serait égal à BB′ — CC′ = C$b'$.

Si, outre la charge $p$ répartie uniformément, il existait d'autres forces F, F′ F″, etc., appliquées en certains points de la longueur de la poutre, la loi qui régirait le glissement longitudinal ne serait plus régulière et représentée par une seule courbe continue. En effet, nous avons précédemment, pour intégrer l'expression (7), remplacé T par sa valeur en fonction de X,

$$T = T_0 - pX;$$

or, dans le cas présent, $T_0$ n'est plus pour toute la longueur de la poutre l'effort tranchant près de l'appui, mais est représenté dans chaque intervalle entre F, F′, F″ par une valeur différente prise près de l'un des points d'application de ces forces, lequel devient l'origine des abscisses X pour l'intervalle considéré (*). Le poids uniforme $p$ par mètre courant peut

(*) Entre chaque point d'application des forces extérieures F, F′, F″, etc., la loi suivant laquelle varient les efforts tranchants est différente et est représentée par des droites diversement inclinées. (*Traités de la résistance des matériaux.*)



d'ailleurs être variable d'un intervalle à l'autre, mais constant dans chacun d'eux.

On obtient ainsi entre les points d'application de deux forces extérieures F, F′, F″, etc. voisines une équation de forme identique à (8), et l'on pourra toujours tracer une courbe à jarrets représentant la loi de variation de G sur toute la longueur de la poutre dans le cas spécial considéré.

Des applications de ce qui précède sont placées à la suite de cette notice, et viendront en aide aux personnes qui ne font pas un fréquent usage des calculs relatifs a la résistance des matériaux.

Nous savons donc trouver la valeur de l'effort qui tend à produire le glissement longitudinal entre deux sections quelconques d'une poutre chargée perpendiculairement à sa longueur. Cherchons maintenant à nous rendre compte de l'importance des pleins à interposer entre les plates-bandes, ainsi que des formes qu'il convient de leur donner.

## III

Considérons une poutre à âme pleine et à section uniforme double T, sous l'action de forces extérieures toutes verticales; l'expression de son moment de résistance indique qu'il y aurait avantage à retirer la matière de l'âme pour la reporter aussi loin que possible de l'axe neutre, et même à supprimer complétement cette âme; mais la considération du glissement longitudinal plus encore que celle de l'effort tranchant, fait voir que l'on ne peut laisser indépendantes les deux plates-bandes horizontales.

Supposons donc une poutre composée de *deux fortes plates-bandes reliées par une âme aussi mince que possible*, le tout résistant dans des conditions prescrites aux forces extérieures toutes verticales qui agissent sur le système.

Dans cette hypothèse, l'âme, relativement aux autres parties de la section, entre pour une quantité insignifiante dans la valeur du moment de résistance, et il est permis de la considérer comme indispensable seulement pour produire par son adhérence ou son assemblage aux plates-bandes, et sa cohésion, une force égale et opposée à celle intérieure du système qui tend à faire glisser longitudinalement les plates-bandes.

L'équilibre du système a lieu sous l'action de forces extérieures qui agissent directement et de forces intérieures développées; si l'on supprimait l'une quelconque de ces forces, il serait immédiatement détruit; un autre équilibre, d'autres actions mutuelles se produiraient, l'ensemble du système ne travaillerait plus comme nous l'avons supposé. Enlevons par la pensée l'âme de la poutre, supprimons la résistance au glissement longitudinal, et les deux plates-bandes travailleront séparément.

Pour que cela n'ait pas lieu, il faut créer dans le système et sans le secours d'aucune nouvelle force extérieure, seulement par les actions mutuelles, une résistance au glissement longitudinal.

Les pleins reliant les poutrelles plates-bandes des poutres qui nous occupent n'ont pas d'autre but; c'est déjà ce que nous a fait voir l'expérience rapportée paragraphe II. Donc, dans le système supposé soutenu à ses extrémités, la poutrelle supérieure est comprimée, la poutrelle intérieure tendue, l'ensemble des deux résiste à l'effort tranchant en chaque section, et les pleins interposés s'opposent au glissement longitudinal. Nous supposons d'ailleurs que les forces extérieures toutes verticales qui agissent sur la poutre, les réactions des appuis sont de ce nombre, se transmettent toujours simultanément aux deux poutrelles plates-bandes, de telle sorte que la distance qui les sépare reste sur toute la longueur de la pièce égale à la hauteur des pleins.

Ceci posé, considérons une pièce, telle que nous venons de la définir, en équilibre sous l'action de forces extérieures verticales; soit une portion de cette poutre comprise entre les deux sections AC, BD, intervalle renfermant le plein EKHF (fig. 6). Les forces G, G′, intérieures du système, extérieures par rapport au plein considéré indépendamment du système, agissent suivant les faces internes AB, CD des plates-bandes; G, de B vers A par exemple; et G′, de C vers D (*). Pour qu'elles se transmettent au plein EKHF, nous supposerons que le glissement des faces AB, CD des poutrelles sur celles EF, KH du plein est rendu impossible par un moyen quelconque.

Nous avons vu, paragraphe II, que si l'on soumet à l'expérience un système établi dans de telles conditions, la distance entre les poutrelles plates-bandes augmente sous la charge, en même temps que les pleins s'en séparent en tournant autour des arêtes projetées en F et en K que nous regarderons comme centres d'articulations sans frottement. Les forces G et G′ se décomposent alors chacune en deux, telles que $\chi$ et $\varphi$ (fig. 7); les forces $\chi$ et $\chi'$ comprimant le plein suivant la diagonale qui joint les arêtes projetées en K et en F, et les forces $\varphi$, $\varphi'$ formant un couple qui tend à le faire tourner autour de son centre de figure.

Mais nous avons considéré le système en équilibre; il doit donc exister un autre couple équivalent et opposé à $\varphi$, $\varphi'$ : soit $\varphi_1$, $\varphi_1'$ transmis au plein par les poutrelles plates-bandes.

L'équilibre ayant lieu, la plate-bande supérieure agit donc sur le plein par deux forces ascendantes $\varphi$, $\varphi_1$, et un effort $\chi$, la plate-bande inférieure agissant sur la même pièce avec des forces égales et opposées $\varphi'$, $\varphi_1'$ et $\chi'$. La liaison à établir entre les poutrelles plates-bandes et les pleins doit donc être capable de résister à une traction égale à $2\varphi$ (**).

La réunion de ces pièces pourra s'effectuer soit avec un ou plusieurs étriers, soit au moyen de boulons ou de rivets serrant les joints EF, KH. Suivant que l'assemblage sera fait d'après le premier mode ou d'après le second, le plein résistera seulement à l'écrasement $\chi$ ou à la fois à cette force et à la traction $2\varphi$.

(*) La pièce considérée étant posée sur deux appuis à ses extrémités, la portion entre les sections AC, BD se trouve entre l'appui de gauche et la section la plus fatiguée.

(**) Les pleins dont la projection verticale serait carrée auraient leurs assemblages soumis à une traction égale au double de l'effort de glissement G.



Nous remarquerons de suite que l'assemblage le plus simple est celui qui consiste à réunir les pièces par un certain nombre de rivets ou de boulons (fig. 1).

L'emploi d'étriers exigerait que l'on mît dans le joint une pièce spéciale, une clavette, pour résister au glissement longitudinal, ou bien que les pleins entrassent exactement dans des entailles faites exprès pour les recevoir dans les poutrelles plates-bandes.

L'importance, le rôle des pleins dans le système de poutre qui nous occupe étant défini, quelle forme, quelle projection verticale convient-il de leur donner; quel rapport doit-il exister entre leur longueur et leur hauteur?

La figure 8 fait voir que si le plein EKHF augmente de longueur, s'il devient $E_1K_1HF$, l'effort G de glissement longitudinal entre les deux sections AC, BD restant d'ailleurs le même, les forces $\varphi_2$ et $\chi_2$ deviennent numériquement inférieures à $\varphi$ et $\chi$ qu'elles étaient lorsque le plein avait pour projection EKHF. La plus grande longueur AB du plein entre les sections considérées serait donc celle qui ferait les efforts $\varphi$ et $\chi$ minimum. On serait alors tenté de conclure que l'on doit donner aux pleins la longueur comprise entre les sections, c'est-à-dire remplir complétement le vide qui sépare les poutrelles plates-bandes; mais de cette façon la matière serait-elle bien employée?

Soit le plein EKHF (fig. 9) sous l'action de l'effort comprimant.

Cette force $\chi$ agissant en F tend : 1° à faire glisser longitudinalement les fibres dans le sens de F vers E et avec la force G; 2° à faire glisser transversalement, à trancher ces mêmes fibres dans la direction de F vers H et avec la force $\zeta = \varphi$. Donc, pour le bon emploi de la matière, il faudra donner au plein une longueur telle que la force qui tend à produire le glissement dans l'un ou dans l'autre sens soit celle que l'expérience indique comme pouvant être, dans chaque cas particulier, supportée avec sécurité. Ainsi, des pleins en bois seraient à projection verticale rectangulaire, tandis que des pleins en métal doivent être à projection verticale presque carrée, les corps à texture grenue étant regardés comme résistant à peu près également aux deux genres de glissement.

La projection verticale des pleins se trouve donc fixée par leur hauteur et la nature de la matière qui les constitue.

Passons à la répartition des pleins suivant la longueur de la poutre et à la détermination de leur nombre dans chaque cas particulier.

## IV

Nous avons vu, paragraphe II, que dans les poutres en fer du système proposé l'effort qui tend à produire le glissement longitudinal sur les pleins est donné par l'équation parabolique :

$$G = \left[\frac{T_0 x}{I} - \frac{p x^2}{2I}\right]\left[\frac{b}{2}(v^2 - v'''^2) + \frac{v'^2}{2}(b' - b) + \frac{v''^2}{2}(b - b')\right];$$

cet effort, pour une portion de poutre comprise entre deux sections

quelconques, n'est donc pas proportionnel à la longueur considérée, ce qui n'aurait lieu que si l'équation précédente était celle d'une droite. Or, les pleins tous de même épaisseur doivent, pour le bon emploi de la matière, supporter des efforts égaux ; ils ne peuvent donc être également espacés suivant la longueur de la poutre.

Pour effectuer leur répartition, on tracera pl. XXIV, fig. 1, la courbe représentée par l'équation générale précédente ; et devant, je suppose, employer dix pleins pour réunir les poutrelles plates-bandes, soit cinq pour chacune des parties symétriques de la poutre posée sur deux appuis et chargée d'un poids uniformément réparti, on divisera l'ordonnée maximum $Ff$ en cinq parties égales $Fb, bc, cd, de, ef$ qui, reportées en $b', c', d', e'$ sur la parabole et relevées en B, C, D, E sur la longueur de la poutre, donneront les intervalles AB, BC, CD, DE, EF, dans lesquels sont développés des efforts de glissements égaux. Au milieu de chacun de ces intervalles on placera un plein (*).

Nous avons supposé dans la répartition précédente que les poutrelles plates-bandes étaient reliées par un nombre de pleins égal à dix; ce nombre n'est pas quelconque.

1° Il doit être pair, ce qui revient à dire, pour l'hypothèse de surcharge admise dans notre exemple, qu'il ne doit pas y avoir de plein au milieu de la longueur de la poutre.

En effet, la section la plus fatiguée du système ne tend à glisser ni vers l'un ni vers l'autre des appuis (paragraphe II, direction de l'effort de glissement longitudinal), et, placé en ce point, un plein n'aurait à résister à aucune force du genre de celles dont nous voulons empêcher les effets de se produire.

2° Le nombre pair des pleins ne peut être pris arbitrairement. Pour une poutre formée de deux poutrelles plates-bandes données, il varie avec la charge que doit porter la construction, et est d'autant plus grand que le travail maximum du métal par unité de surface est plus élevé (**).

En effet, nous avons dit paragraphe III : dans ce système de poutre, la poutre supérieure est comprimée, la poutrelle inférieure tendue, etc; donc, celle-là se trouve, entre les pleins, dans les conditions d'un solide chargé suivant sa longueur, et dans chacun de ces espacements doit pouvoir supporter l'effort qui la comprime (***)

(*) L'axe des pleins en projection verticale devrait passer par la section où l'effort de glissement longitudinal est moitié de celui développé d'une extrémité à l'autre de chacun des intervalles AB, BC, CD, DE, EF, de cette façon il y aurait développement d'efforts égaux à droite et à gauche de chaque plein; mais en raison de la petite longueur de ces intervalles cette section est très-voisine des milieux de AB, BC, CD, DE ou EF, et pour simplifier nous plaçons les pleins en ces points.

(**) On est ainsi conduit aux poutres à âme pleine lorsque la pièce doit supporter dans sa section un effort considérable. Cela s'accorde parfaitement avec les résultats des essais d'Hodgkinson sur la *rupture* des poutres pleines et des poutres évidées.

(***) Si l'on n'avait pas une idée bien précise de la manière dont travaillent les poutrelles plates-bandes, on pourrait se reporter au cas suivant qui, plus simple, a une grande analogie avec celui qui nous occupe.

Supposons qu'un solide prismatique ABCD (fig. *a*) posé sur une surface plane MN ait



Mais le plus grand écartement des pleins renferme aussi la section la plus fatiguée de la poutre; la vérification que l'on devra faire pour s'assurer si la longueur de la poutrelle supérieure dans les vides est bien, pour la stabilité de la construction, en rapport avec la charge, n'aura donc besoin d'être entreprise que dans cet écartement; si la construction y est stable, elle le sera *a fortiori* dans tous les autres.

Cette vérification n'est pas aussi simple qu'elle pourrait le paraître au premier abord(*); dans l'état actuel des connaissances sur la compression des solides, il est au contraire impossible de résoudre la question d'une façon tout à fait satisfaisante. Si la marche que nous allons suivre, à défaut d'une meilleure, ne nous conduit pas à un résultat d'une grande exactitude, elle est au moins fort simple et d'une entière sécurité.

Dans le système de poutre qui nous occupe, l'équilibre ayant lieu sous une certaine charge, si nous supposons que le plan SS′ passe par le point de plus grande fatigue du système (fig. 10), et que les sections SS′ TT′ soient séparées par la distance infiniment petite $dx$, l'effort de glissement longitudinal entre ces deux sections est aussi infiniment petit, et le solide TT′S′S est comprimé suivant toute sa longueur $dx$ par des forces très-sensiblement égales à celles développées dans SS′. De même pour les sections TT′, VV′; la tranche d'épaisseur $dx$ qu'elles comprennent supporte une charge sensiblement égale à la somme des pressions sur TT′, ainsi de suite jusqu'en MM′. Donc, la portion de poutre comprise entre

une certaine adhérence, telle que celle produite par une attraction magnétique par exemple, sur toute la surface BC de contact; si une pression P uniformément répartie sur la base projetée suivant DC, vient à agir dans le sens de D vers A et qu'elle ne soit pas assez grande pour vaincre l'adhérence qui retient la surface BC de ABCD sur le plan MN, l'équilibre n'est pas troublé, la cohésion du solide ABCD est mise en jeu et toutes ses fibres parallèles à BC résistent suivant leur longueur à un effort tangentiel, si l'on peut s'exprimer ainsi, à un effort de glissement longitudinal qui, pour celles projetées en BC, est égal à P.

Si, sur la base AB, agissaient des forces égales et opposées à celles transmises à la face DC, les fibres seraient toutes comprimées suivant leur longueur par une force égale à $\frac{P}{\text{surface AB}}$ et aucun glissement ne tendrait à se produire.

Si enfin, et ceci se rapproche beaucoup de ce qui se passe dans la partie comprimée des solides chargés transversalement, si les pressions uniformément réparties sur la base AB ont une résultante égale à $P+g$, tandis que celle des forces sur la face DC est seulement égale à P, ce qui se produisait séparément dans chacune des deux hypothèses précédentes, se produit ici simultanément.

Les fibres sont, suivant leur longueur, comprimées par une force égale à $\frac{P}{\text{surface AB}}$ et tendent à glisser longitudinalement sous l'action d'un effort qui, pour celles projetées en BC, est égal à $g$.

Dans les poutres en fer profilé de grande hauteur, l'adhérence est obtenue par l'assemblage des pleins aux poutrelles plates-bandes, la pression P n'agit pas uniformément sur la section droite de la poutrelle, et l'effort de glissement longitudinal n'est pas constant sur toute la longueur de la plate-bande, laquelle peut, en outre, fléchir entre les pleins.

(*) Nous n'avons à nous occuper que de la stabilité de la plate-bande supérieure dans le plan vertical de la poutre. Dans le plan perpendiculaire à celui-ci, un entretoisement convenable, comme pour tout autre système de poutre, est supposé empêcher le voilement latéral.



SS′ et MM′, ou celle comprise entre SS′ et NN′, est soumise à une compression d'autant plus faible que l'on se rapproche des sections extrêmes.

Ainsi, dans la détermination de stabilité que nous avons en vue, si nous considérons le solide MM′N′N comme pièce chargée debout par une force constante sur toute sa longueur et égale à celle développée dans la section la plus fatiguée SS′, nous mettons la plate-bande supérieure dans des conditions de résistance qui doivent nécessairement nous conduire à un résultat d'une grande sécurité, puisque nous prenons pour compression constante le plus grand effort développé en réalité dans une seule section, et que nous assimilons la portion de poutrelle MM′N′N à un simple support, tandis que son assemblage avec les pleins constitue à ses extrémités de véritables encastrements. Cette façon de considérer la plate-bande supérieure nous met en outre dans les conditions des expériences faites antérieurement sur la compression des solides.

Une remarque est cependant encore nécessaire : c'est que ces expériences ont été entreprises sur des pièces de section droite soit circulaire, soit rectangulaire, tandis que dans le cas présent la section a la forme double T.

Pour pouvoir nous servir des résultats publiés, il est donc indispensable de comparer cette section particulière à l'une de celles des solides expérimentés, par exemple, à la section rectangulaire. Rappelons dans ce but : que si un solide prismatique est soumis suivant sa longueur à l'action d'une force P, et que celle-ci soit assez grande pour lui faire prendre une légère flexion, l'équilibre étant établi on a :

$$R = Py\frac{v}{I} \pm \frac{P}{\Omega}.$$

équation dans laquelle

P est la force extérieure qui comprime;

$y$ la flèche en un certain point de la hauteur;

$\Omega$ l'aire de la section droite;

I le moment d'inertie de cette section par rapport à la fibre moyenne (*);

R l'effort par unité de surface développé à la distance $v$ de la fibre moyenne.

De l'inspection seule de cette formule nous tirerons ce qui suit : pour que deux solides prismatiques de même longueur, mais de contours différents en section droite, résistent de même à une même compression, c'est-à-dire pour que ces deux solides supportent un même effort maximum par unité de surface, et fléchissent également s'il y a flexion produite par la charge, il faut qu'ils aient en section droite la même surface et fournissent pour l'expression $\frac{RI}{v}$, appelée moment de résistance de la pièce, la même valeur.

Ainsi nous saurons toujours déterminer la section rectangulaire équi-

(*) La fibre moyenne est celle qui passe par le centre de gravité de toutes les sections droites du solide; elle devient la fibre neutre lorsque les forces extérieures sont perpendiculaires à la longueur du prisme ou équivalent à un couple.



valente à une autre double T donnée, et comme d'ailleurs nous connaîtrons facilement la valeur de la résultante des pressions sur celle-ci (*), nous vérifierons, en ayant recours aux résultats des essais sur la compression des solides, si cet effort peut avec sécurité être appliqué dans l'écartement maximum des pleins à la pièce qui forme plate-bande.

La résultante des pressions ne passant cependant pas par le centre de gravité de la section droite, ce qui avait lieu dans les expériences auxquelles nous nous reportons, et la résistance au glissement longitudinal se produisant suivant l'une des faces, nous pensons qu'il convient de ne faire porter, dans le cas qui nous occupe, que la moitié ou au plus les deux tiers de la charge que porterait la poutrelle, si elle était chargée suivant son axe. En supposant, par ce fait, la résistance du solide réduite et comprise entre la moitié et les deux tiers, nous croyons ajouter encore à la stabilité de la construction; car l'expérience directe indique qu'un prisme rectangulaire, un simple support libre à ses extrémités et chargé suivant une de ses diagonales, par conséquent dans des conditions de résistance beaucoup plus défavorables que

(*) Soit une poutre chargée transversalement (fig. $b$), formée de deux plates-bandes MN, PQ de section rectangulaire, reliées entre elles par un moyen quelconque. Dans l'hypothèse où les formules de la résistance des matériaux sont applicables, les efforts développés en des points projetés, suivant une section droite CD, sont proportionnels à la distance de ceux-ci à l'axe neutre; ainsi, les longueurs CB, DA étant prises proportionnelles aux efforts R' et R'' développés par unité de surface respectivement en C et en D, la droite AB passera par le point O, intersection de la section droite considérée et de l'axe neutre, et toute droite HK, parallèle à CB, DA, indiquera par sa longueur la valeur de l'effort en H. Ainsi, le point O de l'axe neutre étant pris pour origine des coordonnées, la pression $y$ au point d'abscisse $x$ sera donnée par l'équivalent d'une droite telle que

$$y = \alpha x. \qquad (1).$$

Sur l'élément de hauteur $dx$ et de largeur égale à l'unité, mesurée perpendiculairement au plan de la figure, l'effort sera égal à

$$\alpha x dx. \qquad (2).$$

Sur la surface ayant même largeur et CD pour hauteur, la pression sera donnée par l'intégration, depuis $x = v'$ jusqu'à $x = v''$, de la valeur (2).

Soit :

$$\frac{\alpha v'^2}{2} - \frac{\alpha v''^2}{2}$$

Ou

$$\alpha v' . \frac{v'}{2} - \frac{\alpha v'}{2}'. \qquad (3).$$

Mais d'après l'équation (1),

$\alpha v'$ = pression CB et $\alpha v''$ = pression DA,

L'expression (3) représente donc la surface du trapèze ABCD; et $b$ étant l'épaisseur de la plate-bande mesurée perpendiculairement au plan de la figure, la pression sur toute la section projetée en CD est représentée numériquement par le volume du prisme construit sur le trapèze ABCD pour base, avec $b$ pour hauteur.

La plate-bande ayant la forme double T, on déterminera la valeur de la résultante des efforts développés dans chaque partie rectangulaire, prise séparément, et la somme des trois résultats obtenus donnera la pression sur toute la section considérée.

celles dans lesquelles se trouve la poutrelle plate-bande supérieure considérée, a sa résistance réduite au tiers de ce qu'elle est, lorsque la résultante des pressions passe par le centre de gravité de la section droite.

Avant de terminer ce paragraphe, nous répéterons ce que nous avons déjà dit : la marche que nous avons suivie dans la détermination du nombre des pleins des poutres en fer profilé de grande hauteur, conduit à un résultat d'une entière sécurité ; mais elle n'est nullement mathématique, comme on a pu le voir, et si nous l'avons employée, c'est uniquement parce qu'il n'existe pas de méthode exacte à lui substituer.

Disons enfin que des poutres construites avec ces considérations comme base, ont parfaitement réussi.

## V

Avant de passer aux applications qui accompagnent cette notice, nous ferons remarquer que tous les résultats obtenus précédemment pour une poutre posée sur deux appuis à ses extrémités, sont encore exacts dans toute autre hypothèse faite sur le nombre et la nature des appuis. Il suffira dans chaque cas particulier, pour obtenir l'équation générale du glissement longitudinal, de remplacer T dans l'expression (7) du paragraphe II par la valeur qui lui convient exprimée en fonction de $x$. Quant à la répartition, à la forme ou au nombre des pleins, tout ce que nous avons dit reste textuellement le même, quel que soit le nombre des appuis ou des points d'encastrement.

Un mot encore sur l'assemblage des pleins et des poutrelles plates-bandes au moyen de rivets.

Dans cet assemblage, le plus simple que l'on puisse employer, nous avons vu, paragraphe III, que les rivets résistaient à une traction dans le sens de leur longueur, et à un effort de cisaillement ; pour cette raison le perçage doit être très-exact et les rivets doivent bien remplir leurs trous.

Nous rappellerons qu'on peut cependant faire l'assemblage de telle sorte que les rivets n'aient à supporter qu'une traction suivant leur longueur. En effet, l'expérience indique que pour faire glisser l'une sur l'autre deux feuilles de tôle réunies par un bon rivet posé à chaud, il faut une force, qui, rapportée à la section de celui-ci, soit égale à 15 kilogrammes par millimètre carré. Si dans le cas qui nous occupe, et pour des pleins ayant une projection verticale carrée, on fait supporter aux rivets une tension de 4 à 6 kilogrammes par millimètre carré, l'effort qui tendra à faire glisser les deux surfaces rivées l'une sur l'autre ne sera, rapportée à la section des rivets, que de 2 ou 3 kilogrammes par unité de surface, et par conséquent ceux-ci ne tendront pas à être cisaillés.

Divers essais nous ont fait voir que des rivets de bonne qualité, bien posés, lorsqu'ils étaient refroidis et soumis à une traction suivant leur longueur, se brisaient sous un effort sensiblement le même que celui occasionnant la rupture, dans les mêmes conditions, de la barre de fer

d'où ils étaient tirés. Si dans les poutres qui nous occupent nous pensons qu'il est bon de ne pas faire supporter aux rivets une tension supérieure à 6 kilogrammes par millimètre carré, et moins si les pleins sont à projection verticale rectangulaire, c'est afin d'être sûr qu'ils n'auront jamais à résister au cisaillement. Ce point est très-important; car, dans de telles conditions, un rivet ne remplissant pas bien son trou, sert encore à l'assemblage, qui conserve toute sa rigidité.

Il va sans dire que malgré cette remarque, le perçage et la rivure devront être très-bien faits; on devra veiller aussi, avant d'effectuer les assemblages, à ce que les poutrelles plates-bandes portent parfaitement sur tous les pleins.

## APPLICATIONS.

### 1.

Soit proposé de relier deux appuis de niveau, distants entre eux de 12 mètres, par une poutre en fer profilé de $0^m,90$ de hauteur, établie avec les doubles T représentés pl. XXIV, fig. 2, et destinée à supporter perpendiculairement à sa longueur une charge uniforme telle que le travail maximum du métal ne dépasse pas six kilogrammes par millimètre carré;

On demande :

1° La charge par mètre courant que pourra porter la poutre;

2° L'équation générale du glissement longitudinal développé sur les faces intérieures des poutrelles plates-bandes;

3° Le mode de répartition des pleins et leur nombre;

4° La quantité de rivets à employer pour faire l'assemblage des pleins et des plates-bandes.

Dans la recherche de la charge que pourra porter la poutre, comme dans tout ce qui va suivre, nous ne tiendrons pas compte du poids propre des pleins qui est toujours très-faible par rapport à celui des plates-bandes et de la surcharge. Si l'on voulait y avoir égard, ce qui serait d'ailleurs fort simple, on ferait usage de la méthode de fausse position, c'est-à-dire que l'on suivrait exactement la marche que nous allons prendre, et lorsque l'on aurait déterminé une poutre avec une certaine répartition et un certain nombre de pleins, on partirait de celle-ci comme on est parti primitivement de la poutre considérée, abstraction faite des pleins, ces derniers introduisant dans le nouveau calcul leur propre poids comme forces extérieures appliquées en certains points de la longueur de la poutre; mais, nous le répétons, il est inutile de se jeter dans des calculs aussi longs.

Nous allons donc, en faisant abstraction du poids propre des pleins, chercher la réponse aux quatre questions que nous nous sommes posées :



1° Charge par mètre courant que pourra porter la poutre dont la section transversale est celle représentée par la fig. 11.

Pour la déterminer, nous devons remplacer dans l'expression $\frac{RI}{v}$ du moment de résistance, chaque lettre par la valeur qui lui convient. Or, nous nous sommes imposé pour R 6 kilog. par millimètre carré ; V est égal à 450 millimètres ; quant à I, moment d'inertie de la section considérée, il peut être pris directement ou bien obtenu au moyen de la formule :

$$S\rho^2 = S\rho_1^2 + SK^2$$

dans laquelle $S\rho^2$ représente le moment d'inertie de la section de la plate-bande par rapport à un axe passant par les fibres neutres de la poutre, $S\rho_1^2$ celui pris par rapport à un autre axe parallèle au premier, mais passant par le centre de gravité de la section de la plate-bande, et K la distance entre ces deux axes; le moment d'inertie de la section totale de la poutre est alors égal au double de la valeur $S\rho^2$ ainsi déterminée.

Qu'on l'obtienne d'une façon ou d'une autre, pour le cas présent on trouvera I = 1550308470 (*), et l'on aura alors pour l'expression du moment de résistance :

$$\frac{6 \times 1550308470}{450}$$

qui, au moyen de l'équation

$$\frac{RI}{v} = \frac{p_1 l^2}{8}$$

applicable aux poutres posées sur deux appuis de niveau, permettra de détermimer le poids $p_1$, que pourra porter par millimètre de longueur la pièce considérée. Pour la section la plus fatiguée on aura donc :

$$\frac{6 \times 1550308470}{450} = \frac{p_1 \times \overline{12000}^2}{8}$$

D'où :

$$p_1 = \frac{6 \times 1550308470 \times 8}{450 \times 144000000}$$

$$p_1 = 1,14837$$

(*) I' ou $S\rho_1^2$ = moment d'inertie de la poutrelle plate-bande par rapport à l'axe passant par le centre de gravité de sa section.

I ou $2S\rho^2$ = mouvement d'inertie de la section totale de la poutre par rapport à l'axe neutre.

$$I' = \frac{125 \times \overline{300}^3 - 112 \times \overline{268}^3}{12} = 101594235.$$

Surface de la section de la plate-bande S = 125 × 300 — 112 × 268 = 7484.

$$SK^2 = 7484 \times 90000 = 673560000.$$

D'où $I = 2\,[101594235 + 673560000] = 1550308470.$



D'où le poids $p$ par mètre courant :

$$p = 1148^{k},37.$$

Mais les deux plates-bandes pèsent elles-mêmes par mètre 114 kilog.; la surcharge utile qui pourra être portée par mètre courant sera donc égale à :

$$1148,37 - 114 = 1034^{k},37 (*).$$

2° Recherche de l'équation du glissement longitudinal développé sur les faces intérieures des poutrelles plates-bandes.

Nous avons trouvé, paragraphe 2, l'équation générale

$$G = \left[\frac{T_0 X}{I} - \frac{pX^2}{2I}\right] \left[\frac{b}{2}(v^2 - v'''^2) + \frac{v'^2}{2}(b' - b) + \frac{v''^2}{2}(b - b')\right]$$

qui dans le cas présent devient :

$$G = \left[\frac{6890,22\,X}{1550308470} - \frac{1148,37\,X^2}{3100616940}\right] [62,5 \times 180000 - 94178 \times 112 + 13778 \times 112],$$

et se réduit en effectuant les calculs à :

$$G = 9,97860\,X - 0,00083155\,X^2.$$

3° Mode de répartition et nombre des pleins à employer.

L'équation précédente nous servira à tracer la parabole au moyen de laquelle nous pourrons, une première hypothèse étant faite sur le nombre des pleins, effectuer leur répartition suivant la longueur de la poutre, et vérifier si la plate-bande supérieure peut résister convenablement à la compression développée.

Pour tracer par points la courbe dont l'équation est :

$$G = 9,97860\,X - 0,00083155\,X^2$$

ces points étant, je suppose, à 500 millim. les uns des autres (distances mesurées suivant la longueur de la poutre), on pourra éviter le calcul assez long de douze valeurs de G par l'équation précédente en profitant de la propriété qu'ont celles-ci d'avoir leurs différences secondes égales. Calculant donc au moyen de l'équation, le G correspond à $X = 500$ et $X = 1000$ millim.; et remarquant que pour $X = 0$, $G = 0$, on aura les trois premières valeurs de G, dont les différences premières et secondes serviront à achever le tableau suivant :

(*) Si l'on employait comme poutre, avec les mêmes conditions de travail maximum du métal et de portée, un des doubles T qui forment ici nos poutrelles plates-bandes, il supporterait par mètre courant $168^{k},175$, soit pour les deux T semblables et indépendants $337^{k},50$, au lieu de $1034^{k},37$ qu'ils portent lorsqu'ils sont réunis et rendus solidaires, de façon à former une poutre de 0,90 de hauteur.

| | |
|---|---|
| Sur les 12 mètres de portée, la charge totale est donc pour la poutre de 0,90 | $12412^{k},44$ |
| Pour les plates-bandes de la pièce précédente employées comme poutres indépendantes........................................ | 4050 00 |
| Différence.............................. | $8362^{k},44$ |



| VALEURS DE X. | VALEURS DE G. | $\Delta_1$ | $\Delta_2$ | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | — 4781,4125 | | |
| 500 | 4781,4125 | — 4365,6375 | — 415,775 | |
| 1000 | 9147,0500 | — 3949,8625 | Id. | |
| 1500 | 13096,9125 | — 3534,0875 | Id. | |
| 2000 | 16631,0000 | — 3118,3125 | Id. | |
| 2500 | 17749,3125 | — 2702,5375 | Id. | |
| 3000 | 22451,8500 | — 2286,7625 | Id. | |
| 3500 | 24738,6125 | — 1870,9875 | Id. | |
| 4000 | 26609,6000 | — 1455,2125 | Id. | |
| 4500 | 28064,8125 | — 1039,4375 | Id. | |
| 5000 | 29104,2500 | — 623,6625 | Id. | |
| 5500 | 29727,9125 | — 207,8875 | Id. | |
| 6000 | 29935,8000 | + 207,8875 | Id. | Maximum de G. |
| 6500 | 29727,9125 | + 623,6625 | Id. | |
| 7000 | 29104,2500 | + 1039,4375 | Id. | |
| 7500 | 28064,8125 | + 1455,2125 | Id. | |
| 8000 | 26609,6000 | + 1870,9875 | Id. | |
| 8500 | 24738,6125 | + 2286,7625 | Id. | |
| 9000 | 22451,8500 | + 2702,5375 | Id. | |
| 9500 | 17749,3125 | + 3118,3125 | Id. | |
| 10000 | 16631,0000 | + 3534,0875 | Id. | |
| 10500 | 13096,9125 | + 3949,8625 | Id. | |
| 11000 | 9147,0500 | + 4365,6375 | Id. | |
| 11500 | 4781,4125 | + 4781,4125 | Id. | |
| 12000 | 0 | | | |

Les deux premières colonnes de ce tableau nous serviront à tracer l'épure fig. 1, pl. XXIV, et si nous nous proposons d'employer dix pleins pour relier les poutrelles plates-bandes, leur répartition suivant la longueur de la poutre pourra s'effectuer par le procédé graphique que la figure fait suffisamment comprendre. Ils résisteront chacun à un effort égal au cinquième du glissement longitudinal total (ordonnée maximum) soit à 5087k,16.

Quant au plus grand espacement des pleins, il peut être pris à l'échelle ou donné par le calcul. Dans cette dernière hypothèse et pour le cas présent, on posera :

$$G = 4 \times 5987{,}16 = 23948^{k}{,}64$$

et de l'équation de la parabole, qui pour cette valeur de G sera :

$$23948{,}64 = 9{,}97860\ X - 0{,}00083155\ X^2$$

on tirera

$$X = \frac{9{,}97863 - \sqrt{9{,}97860^2 - 4 \times 0{,}00083155 \times 23948{,}64}}{2 \times 0{,}00083155} = 3317 \text{ millim.}$$

La longueur cherchée sera donc égale à

$$6000 - 3317 = 2683 \text{ millim.}$$

Reste à voir si sur cette longueur la plate-bande peut supporter la pression développée dans sa section la plus fatiguée.

La formule $\frac{RI}{v} = \frac{p_1 l^2}{8}$, dont nous avons déjà fait usage, nous donnera les valeurs de R pour des distances $v$ à l'axe neutre (fig. 11, pl. XXIII) égales à 434, 166 et 150 millim.

Pour $v = 450$ millim., R est égal, d'après les conditions d'établissement, à 6 kilog.

Pour $v = 434$ millim.

$$R = \frac{1,14837 \times 12000^2 \times 434}{8 \times 1550308470}$$

$$R = \frac{165365280 \times 434}{12402467760} = 5,786$$

Pour $v = 166$ millim.

$$R = \frac{165365280 \times 166}{12402467760} = 2^k,213$$

Pour $v = 150$ millim.

$$R = \frac{165365280 \times 150}{12402467760} = 2 \text{ kilog.} (*).$$

La pression totale dans la section la plus fatiguée est alors : (note du paragraphe IV.)

$$\left(\frac{6+5,786}{2} \times 16\right)125 + \left(\frac{5,786+2,213}{2} \times 268\right)13 + \left(\frac{2,213+2}{2} \times 16\right)125 =$$

$$11786,000 + 13934,258 + 4214,000 = 29934^k,258,$$

ce qui correspondrait, si elle était uniformément répartie, à un effort de 4 kilog. par millimètre carré.

La section rectangulaire équivalente à la plate-bande double T, dans le plan de la poutre, doit donc, d'après ce que nous avons dit précédemment, pouvoir supporter sur la longueur de 2683 millimètres, une pression uniforme comprise entre un maximum dont 4 kilog. est la moitié, et un minimum dont le même chiffre est les deux tiers, c'est-à-dire une pression comprise entre 8 kilog et 6 kilog., soit 7 kilog. par millimètre carré.

Dans ces conditions l'expérience indique que la longueur de la pièce rectangulaire doit être inférieure à six fois le côté mesuré dans le sens de la moindre résistance (**). Or nous avons vu, dans le courant du paragraphe IV, que la section rectangulaire équivalente a même moment de

(*) On peut encore arriver à ces valeurs de R en remarquant que dans une même section droite les efforts développés sont proportionnels à la distance à l'axe neutre des points considérés ; ainsi, pour $v = 450$ millimètres, R étant égal à 6 millimètres, on obtient :

Pour $v = 434$ millim. : $\frac{6}{450} = \frac{R}{434}$, $R = 5^k,786$.

Pour $v = 166$ millim. : $\frac{6}{450} = \frac{R}{166}$, $R = 2^k,213$.

Pour $v = 150$ millim. : $\frac{6}{450} = \frac{R}{150}$, $R = 2$ kilog.

(**) Le sens de moindre résistance est ici suivant le plus grand côté, la flexion latérale étant rendue impossible par un entretoisement.

résistance et même surface que la poutrelle plate-bande; on doit donc avoir ($a$ et $h$ étant les côtés de la section rectangulaire) :

$$\frac{\mathrm{R}ah^2}{6} = \frac{\mathrm{R}\,\mathrm{I}'}{150} \text{ ou } \frac{ah^2}{6} = \frac{\mathrm{I}'}{150},$$

et observant que $a \cdot h = \mathrm{S} = 7484$ et que $\mathrm{I}' = 101594235$, valeurs trouvées plus haut, on a :

$$h = \frac{6 \times 101594235}{7484 \times 150} = 543 \text{ millimètres.}$$

Ainsi la plus grande longueur que l'on pourra donner à cette pièce rectangulaire, partant l'espacement maximum entre les pleins de la poutre considérée, devra être inférieure à 6 fois 543 millimètres, soit 3258 millièmes. Or cet espacement est de 2682 millimètres, il est donc parfaitement acceptable et le nombre des pleins peut être conservé égal à dix.

4° Nombre des rivets destinés à former l'assemblage des pleins et des poutrelles plates-bandes.

L'assemblage, dans le cas de pleins à projection verticale exactement carrée, ne doit être soumis, pour les raisons données paragraphe V, à une traction dépassant 6 kilog. par millimètre carré de la section des rivets, et cet effort doit être moindre lorsque les pleins sont rectangulaires. Or avec le profil des poutrelles employées il est bon de ne pas donner aux rivets plus de 15 millimètres de diamètre; on est alors conduit à en employer douze et à disposer l'assemblage comme l'indique la fig. 12.

Chaque plein devant résister à un effort de glissement longitudinal égal à $5987^k,16$, la traction sur les assemblages est de $9211^k,00$ (*), ce qui fait supporter aux rivets suivant leur longueur une tension de $4^k,34$ par millimètre carré.

2.

Une poutre de $0^m,90$ de hauteur, établie avec les mêmes doubles T que la précédente (pl. XXIV, fig. 2), est posée sur deux appuis de niveau distants entre eux de 10 mètres, et doit supporter une surcharge distribuée comme l'indique la fig. 13, pl. XXIII, en même temps qu'un poids uniforme de 400 kilog. par mètre courant; on demande :

1° L'effort maximum dans la section la plus fatiguée ;

2° Les équations du glissement longitudinal développé sur les faces intérieures des poutrelles plates-bandes;

(*) Dans le triangle ABC, le côté AC ou $b$ (fig. $c$) étant pris pour représenter $G = 5987^k,16$, $c$ représente en grandeur la force que nous avons appelée $\varphi$, c'est-à-dire la moitié de la traction sur l'assemblage. Or, dans le triangle ABC on a $tg\mathrm{B} = \frac{b}{\mathrm{C}}$ ou $tg\mathrm{B} = \frac{5987,16}{\varphi}$, mais angle B = angle $\alpha$ et $tg\alpha = \frac{390}{300}$, donc on a :

$$\frac{390}{300} = \frac{5987,16}{\varphi}.$$

D'où $\varphi = 4605,5.$

Et la traction sur l'assemblage $2\varphi = 9211$ kil.

3° Le mode de répartition des pleins et leur nombre;

4° La quantité de rivets à employer pour faire l'assemblage des pleins et des plates-bandes.

1° Effort maximum dans la section la plus fatiguée.

La première chose à faire est de déterminer les forces extérieures qui ne sont pas données, c'est-à-dire les réactions des appuis. Pour cela, nous prendrons les moments de ces forces par rapport à A, et si Q' est la réaction en A', on aura :

$$2000 \times 0{,}60 + 4000 \times 2 + 5000 \times 3{,}30 + 400 \times 10 \times 5 = Q' \times 10,$$

d'où :

$$Q' = 4570 \text{ kilogrammes},$$

ce qui permet de trouver par différence la réaction Q de l'appui A.

$$Q = 2000 + 4000 + 5000 + 4000 - 4570 = 10430 \text{ kilog.}$$

Toutes les forces extérieures étant maintenant connues, il est facile de voir que la section la plus fatiguée est dans le plan de la force qui agit à 3m,30 de l'appui A. Dès lors pour avoir le plus grand effort développé dans cette section, nous écrirons :

$$\frac{RI}{v} = 4570 \times 6700 - \frac{0{,}4 \times \overline{6700}^2}{2}.$$

Remplaçant $v$ et I par les valeurs qui leur conviennent et que nous avons déterminées dans l'application précédente, nous tirerons :

$$R = \frac{(4570 \times 6700 - 0{,}2 \times \overline{6700}^2)\ 450}{1550308470} = 6^k{,}281.$$

2° Équations du glissement longitudinal.

Nous avons vu à la fin du paragraphe II que, dans le cas présent, la loi suivant laquelle se développe le glissement longitudinal, n'est pas régulière et ne peut être représentée par une seule courbe continue. Nous en avons donné alors la raison, et nous sommes maintenant conduit à chercher les valeurs des efforts tranchants $T_0$ près de l'appui A, $T_1$, $T_2$ et $T_3$ près et immédiatement à droite des forces 2000, 4000 et 5000 kilogr., appliquées respectivement à 0,60, 2 mètres et 3m,30 de la culée A.

Nous avons trouvé plus haut la valeur de la réaction Q en A; cette force étant égale à $T_0$, nous aurons :

$$T_1 = 10430 - 2000 - 400 \times 0{,}60 = 8190 \text{ kilogrammes.}$$
$$T_2 = 8190 - 4000 - 400 \times 1{,}40 = 3630 \quad \text{—}$$
$$T_3 = 3630 - 5000 - 400 \times 1{,}30 = 1890 \quad \text{—}$$

Maintenant pour avoir les équations générales du glissement longitudinal developpé sur les faces intérieures des poutrelles plates-bandes, il n'y a plus qu'à remplacer dans l'équation (8) du paragraphe II, $T_0$ par l'une des valeurs que nous venons de déterminer. Ainsi, pour la portion de poutre comprise entre l'appui A et la force 2000 kilogr., l'équation est :



$$G = \left[\frac{10430\,X}{1550308470} - \frac{0,400\,X^2}{3100616940}\right][62,5 \times 180000 - 94178 \times 112 + 13778 \times 112],$$

ou, effectuant les calculs :

$$G = 15,107017\,X - 0,000289645\,X^2;$$

Pour la portion de poutre comprise entre les forces 2000 et 4000 kilog. l'équation est :

$$G = 11,860987\,X - 0,000289645\,X^2;$$

Pour la partie située entre les forces 4000 et 5000 kilogrammes,

$$G = 5,257067\,X - 0,000289645\,X^2.$$

Enfin l'équation ou glissement longitudinal développé entre la force 5000 kilog. et l'appui A' est :

$$G = -2,737151\,X - 0,000289645\,X^2.$$

3° Répartition et nombre des pleins.

Pour effectuer la répartition des pleins, suivant la longueur de la poutre nous tracerons (pl. XXIV, fig. 3), au moyen des équations que nous venons de trouver, les arcs paraboliques A*o*, *oo'*, *o'c*, *c*A' (*) ; et voulant relier les poutrelles plates-bandes avec huit pleins, nous diviserons l'ordonnée maximum en quatre parties égales, ce qui nous conduira à la répartition représentée par la figure.

Calculé au moyen des équations précédentes, l'effort de glissement longitudinal total entre l'un des appuis et la section la plus fatiguée est égal à 31342$^k$,3027, chaque plein résiste donc à un effort de 7835$^k$,5756. De plus la pression maximum, si on la suppose uniformément répartie dans la section droite de la plate-bande, correspond à un effort de 4$^k$,87, soit 4$^k$,2 par millimètre carré. Dans de telles conditions, l'écartement des pleins qui renferment la section la plus fatiguée, peut-il être pris égal à 1868$^{millim}$,5, longueur à laquelle nous conduit l'emploi de huit pleins ?

Cet effort de 4$^k$,2 ne passant pas par le centre de gravité de la section, la pièce rectangulaire équivalente au double T qui forme la plate-bande doit pouvoir supporter une pression de 8$^k$,4 à 6$^k$,3 par millimètre carré, soit 7$^k$,35. Or dans ce cas l'expérience indique que la longueur de la pièce rectangulaire, pour nous l'espacement maximum des pleins, doit être inférieure à 5,5 fois le côté de la section dans le sens de moindre résistance. Ce côté nous l'avons trouvé dans l'application précédente égal à 543 millimètres ; nous venons de voir d'ailleurs que l'écartement renfermant la section la plus fatiguée est ici de 1868$^{mil}$,5, nous pouvons donc conserver le nombre des pleins égal à huit.

4° Nombre des rivets des assemblages.

Les rivets sont de 15 millimètres de diamètre; si l'on en emploie quatorze et qu'on les dispose comme l'indique la fig. 14, ils supporteront par millimètre carré une tension de 4$^k$,13; la traction sur l'assemblage étant de 10220$^k$,316.

STECULORUM, ingénieur.

(*) L'origine des coordonnées est successivement portée en A, *o*, *o'*, *c*.

(Nous rappellerons que les *Annales du Génie civil* ont publié une *Étude comparative de divers systèmes de ponts en fer*, par M. J. Gaudard, 4e année, page 281.)



# LE CHEMIN DE FER
# D'ENGHIEN A MONTMORENCY.

PAR M. E. DEHARME

---

## EMPLOI SIMULTANÉ DE FORTES RAMPES ET DE COURBES DE PETIT RAYON.

**Pente de 0m,045. Courbes de 300m.**

---

**Machines fortes rampes du Nord. — Wagon Leprovost et Guéroult. Freins Newal, Bricogne, Didier. — Contre-vapeur.**

---

Le dimanche 1er juillet, a eu lieu l'ouverture du chemin de fer d'Enghien à Montmorency.

Ce chemin, en raison des conditions toutes particulières de son tracé, réclame un examen sérieux.

Indépendant du réseau du Nord, il est dû tout entier à l'initiative des concessionnaires, MM. Rey de Foresta et Marchand, sans que l'État, le département, les communes ou les particuliers y aient en rien contribué. Il a été conçu et exécuté par un jeune ingénieur, M. Émile Level, qui n'a pas craint d'assumer sur lui la lourde responsabilité qui devait résulter de l'*emploi simultané de courbes de* 300 *mètres de rayon et de rampes de* 0m,045. Nous pouvons donc dire que l'exploitation de ce chemin, qui se fait dès à présent dans des conditions normales, vient d'ouvrir un nouvel horizon et détruit toutes les craintes qui empêchent la création de nouvelles lignes dont le tracé impose d'une manière rigoureuse l'emploi de rampes très-fortes et de courbes de petit rayon.

Quels seront les résultats de l'exploitation? La récente ouverture du chemin ne nous permet pas de les connaître. Aussi, nous nous occuperons seulement dans ce qui va suivre de la question théorique, laissant à l'avenir le soin de répondre à la question financière.

I. DESCRIPTION DE LA LIGNE. — Le chemin se détache de la ligne du Nord à la station d'Enghien et se dirige vers le coteau qui couronne la petite ville de Montmorency, séjour aimé de Jean Jacques. Au départ, une courbe de 200 mètres de rayon fait sortir le chemin de la station d'Enghien. La ligne s'élève progressivement à l'aide de rampes de 0m,016, 0,0044, 0,01075 et 0,0175. Ces pentes, qu'on n'emploie que rarement dans la construction des lignes de troisième ordre, sont ici de faibles

pentes. Au pied du coteau, des carrières et des usines de plâtre importantes reçoivent un embranchement de la ligne principale, qui se dirige alors vers Soisy. Celle-ci s'engage sur une courbe de 300 mètres de rayon, dont l'arc a 495$^m$,68 de développement, et, à l'aide d'une pente de 0,045, qui s'étend sur 1$^k$,037$^m$,48, elle arrive à la gare de Montmorency, disposée d'une manière pittoresque dans un pli du coteau.

A l'extrémité de la station, apparaît un pont qui doit bientôt livrer passage à la voie d'un plan automoteur, destiné à apporter des carrières du plateau supérieur la pierre meulière, dont le transport doit former l'un des principaux éléments du trafic de ce chemin.

Le chemin d'Enghien à Montmorency a une longueur de 2$^k$,872 mètres. Il est entièrement en rampe, hormis un palier de 150 mètres au départ et de 153$^m$,10 à l'arrivée.

Les rampes sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rampes de | 0$^m$.016 sur | 392$^m$.24 | 2569$^m$.30 |
| — | 0 .0044 | 200 .28 | |
| — | 0 .01075 | 557 .48 | |
| — | 0 .0175 | 381 .82 | |
| — | 0 .045 | 1037 .48 | |
| Paliers | | | 303 .10 |
| | Longueur totale | | 2872 .40 |

La ligne s'élève de 66 mètres entre Enghien et Montmorency et la pente moyenne entre la sortie d'Enghien et l'arrivée en gare à Montmorency est de 0$^m$,0257.

La longueur totale des courbes est de 1574$^m$,90 et se divise de la manière suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Courbes de | 200$^m$ de rayon, sur une longueur | 300$^m$.00 | 1575$^m$.30 |
| — | 500 | 52 .36 | |
| — | 400 | 285 .98 | |
| — | 300 | 495 .68 | |
| — | 500 | 267 .88 | |
| — | 350 | 173 .40 | |
| Alignements droits sur | | | 1297 .10 |
| | Longueur totale | | 2872 .40 |

Par conséquent, le rapport de la longueur des courbes et le rapport de la longueur des alignements droits à la longueur totale sont respectivement : 0,55 et 0,45.

Tel est le tracé en profil et en plan. Il est facile de reconnaître que, seul, il était d'une réalisation avantageuse. En effet, Monmorency est construit sur un plateau élevé qu'il n'était possible d'atteindre que de deux manières : ou en créant un plan incliné avec machines fixes suivant la ligne de plus grande pente du coteau, cas dans lequel il fallait traverser des propriétés particulières d'une grande valeur ; desservir uniquement la ville, ce qui ne devait fournir qu'un médiocre produit ; ou bien, tourner le coteau, en se rapprochant des usines à plâtre et à briques et des car-

rières de pierres, qui doivent fournir un élément de transport très-important, et arriver à peu de distance de la ville, à l'entrée du bois à l'ombre duquel s'élèvent chaque jour de nouvelles constructions. Ce dernier tracé était seul adoptable, mais il exigeait l'emploi d'une pente de $0^m,045$ et de courbes de 300 mètres de rayon, innovation qui devait être funeste à son auteur, si elle n'était couronnée de succès.

II. EXAMEN SOMMAIRE DES PROFILS LES PLUS RAPIDES DES DIVERS CHEMINS DU GLOBE. — Et, en effet, il s'agissait d'une innovation, car jusqu'ici aucune pente semblable n'a été employée, ni en ligne droite, ni sur des courbes de petit rayon.

En France nous trouvons : sur le chemin de fer du Bourbonnais, des pentes de 10, 11, 12, 19 et 26 millimètres, les courbes ayant des rayons variables de 400 mètres à 2,000 mètres.

Sur le chemin d'Arvant au Lot, dans le Cantal, on rencontre des pentes assez longues de 30 millimètres. C'est le maximum admis pour cette ligne.

Le chemin du Jura industriel présente sur près de 28 kilomètres des pentes de 25 à 27 millimètres. Le rayon minimum des courbes est de 500 mètres.

Nous trouvons enfin sur le chemin de Saint-Germain, entre le Pecq et Saint-Germain, une pente de $0^m,035$, mais avec des courbes de grand rayon. Cette ligne desservie pendant 14 ans par des machines atmosphériques, établies à l'origine avec l'aide de l'État et reconnues insuffisantes les jours d'affluence et trop coûteuses, est maintenant parcourue par les machines-tenders de l'Ouest, capables de remorquer, en service régulier et à une vitesse moyenne de 30 kilomètres à l'heure environ, des trains de 12 voitures.

En Autriche, sur le chemin de Vienne à Trieste, à la traversée du Sommering, la pente la plus forte est de $0^m,025$, et, sur cette pente, le rayon des courbes ne s'abaisse pas au-dessous de 285 mètres, la longueur maxima de l'arc étant de 385 mètres.

Parmi les chemins de fer saxo-bavarois, sur la section de Neuenmarkt à Marktschorgast, nous trouvons une pente de $0^m,025$, comme celle du Sommering, sur 1,780 mètres de longueur. Le rayon minimum des courbes, en rampes, est de 438 mètres.

En Italie, sur le chemin de Turin à Gênes, près du tunnel des Apennins, se trouve une pente de $0^m,035$ (comme celle du chemin de Saint-Germain) ; l'inclinaison dans le souterrain lui-même est de $0^m,028$. Cette ligne ne comporte pas de courbes de moins de 400 mètres de rayon (une seule a 300 mètres).

Au Mont-Cenis, la pente sera, dans le souterrain, de 20 à 23 millimètres, et, aux abords, de 33 millimètres du côté de la France et de 30 millimètres du côté de l'Italie.

Les plus fortes rampes que l'on rencontre sur les chemins anglais sont de 30 à 33 millimètres. Le South-Devon-Railway nous présente seul des pentes variables entre 25 et 36 millimètres aux environs de Oldham.

Nous pouvons étendre cet examen aux lignes construites en Amérique, sur lesquelles nous trouvons quelques pentes supérieures aux précédentes.

Aux États-Unis, sur le chemin de Baltimore à l'Ohio, il existe une pente de $0^{m},022$ sur 12 kilomètres à la traversée des Alleghanys, avec courbes de 180 mètres de rayon. Mais cette pente n'était que provisoire pour permettre le passage des trains sur le faîte, durant la construction d'un souterrain. Il en est de même d'une autre partie du chemin, sur laquelle on trouve des pentes variables de 0,06 à 0,07 établies en zigzag, ou raccordées pas des courbes de 90 mètres de rayon.

Sur le Virginia-Central-Railway, et comme dans le cas précédent, pour un service temporaire, on établit une ligne plus ou moins sinueuse de 6,900 mètres de longueur, avec inclinaison variable de 13 à 14 millimètres. L'inclinaison, au passage de la cime, était de 55 millimètres sur moins de 1 kilomètre de longueur, le chemin étant en ligne droite ou en courbes de 170 mètres de rayon et au delà. A cette exception près, l'inclinaison en ligne droite ou en courbes était de 52 millimètres.

Sur le chemin de Don-Pedro II, au Brésil, une voie provisoire sera établie, pendant la construction d'un tunnel, et aura 55 millimètres d'inclinaison avec des courbes de 70 mètres de rayon minimum.

Il n'était certainement pas sans intérêt d'examiner jusqu'où les ingénieurs ont poussé la hardiesse de leurs conceptions. Nous avons maintenant reconnu que la plus forte pente qu'on ait osé aborder sur un chemin définitif, desservi par des locomotives, est celle de 35 millimètres du chemin de Saint-Germain, ou celle de 35 millimètres du chemin de Turin à Gênes, sur des courbes de 300 mètres de rayon.

Aujourd'hui, un nouveau pas est accompli. Le chemin d'Enghien à Montmorency nous offre une pente de 45 millimètres en courbe de 300 mètres de rayon, et le service de cette ligne s'effectue avec des locomotives ordinaires, sans matériel articulé, dans les conditions enfin qui se présentent sur les lignes de premier ordre. On conçoit, sans que nous ayons à insister, l'importance d'un fait aussi considérable au point de vue de la création des chemins de fer d'intérêt local, et de la traversée des hautes montagnes.

Nous avons vu qu'on avait construit en Amérique des voies ferrées dans des conditions plus difficiles que la précédente, mais elles n'ont jamais été que provisoires. Elles ont été supprimées après la construction des souterrains qu'elles remplaçaient momentanément. On y employait des locomotives dont les roues centrales, comme celles des machines du chemin de Sceaux, étaient dépourvues de bourrelet et marchaient avec des vitesses de 12 à 13 kilomètres à l'heure (vitesse des diligences). Les conditions d'exploitation étaient enfin toutes spéciales et entraînaient les sujétions nombreuses qui compliquent le service, accroissent la dépense et multiplient incessamment les dangers.

Sur le chemin d'Enghien à Montmorency, au contraire, le service a lieu avec les machines du Nord, avec le matériel roulant employé sur le

réseau du Nord (avec un wagon à impériale présentant un écartement des essieux de 4 mètres) et à la vitesse de 25 kilomètres environ à l'heure.

III. EXPÉRIENCE FAITE PAR LES INGÉNIEURS DU CONTROLE. — Nous ne pouvons mieux faire, pour donner une idée précise des conditions dans lesquelles le service s'accomplit, que de donner ici le résumé de l'expérience officielle qui a été faite le 25 juin dernier, en présence des ingénieurs du contrôle, chargés de la réception du chemin.

Le train se composait :

1° De la machine n° 552 du Nord à 4 essieux couplés, pour les fortes rampes, pesant 35 tonnes environ, approvisionnement compris;

2° D'un train pesant 65 tonnes.

Sans employer les formules de Wyndham-Harding et de Gooch, nous pouvons évaluer de la manière suivante, et d'après la règle empirique adoptée par plusieurs ingénieurs, l'effort de traction nécessaire pour remonter une tonne sur la partie du chemin en rampe de $0^{m},045$ et en courbe de 300 mètres de rayon :

| | |
|---|---|
| Résistance due au frottement. . . . . . . . . . . . . . . | 5 kilog. |
| Résistance sur la rampe de $45^{mm}$, à raison de 1 kilog. par millimètre. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 45 — |
| Résistance sur la courbe de 300 mètres. . . . . . . . . | 5 — |
| Total. . . . . . . . . . . . . . . | 55 kilog. |

L'effort nécessaire pour remonter une tonne est donc de 55 kilog.

Le train (y compris la machine) pesant 100 tonnes, l'effort de traction à développer était donc de 5,500 kilog.

Le poids de la machine étant d'environ 35 tonnes, on voit que l'adhérence est comprise entre le 1/6 et le 1/7 du poids de la machine.

Cette expérience a été faite par un beau temps. Depuis lors, elle a été répétée souvent par la pluie, et les résultats ont été également satisfaisants.

Il ne nous paraît pas douteux que ce service, qui est restreint sur le chemin de Montmorency à une longueur d'environ 3 kilomètres, ne puisse s'effectuer dans de bonnes conditions sur un parcours plus étendu. Il faut, pour cela, que la production de vapeur reste toujours en parfait accord avec la dépense. C'est ce qui a lieu avec les machines Petiet, dont nous allons indiquer les principales dispositions.

IV. DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA MACHINE PETIET (FORTES RAMPES DU NORD). — La machine Petiet est une machine-tender à quatre paires de roues couplées, destinée à faire le service sur de fortes rampes à de petites vitesses.



Les éléments de vaporisation sont les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Grille | Longueur | 1m.396 |
| | Largeur | 1 .261 |
| | Surface | 1mq.770 |
| Diamètre intérieur de la chaudière | | 1m.2625 |
| Tubes | Nombre | 289 |
| | Longueur | 3 .500 |
| | Diamètre extérieur | 0 .040 |
| | Épaisseur | 0 .0015 |
| Surface de chauffe | Foyer | 6mq.680 |
| | Tubes | 117 .000 |
| | Totale | 123 .680 |
| Tension de la vapeur | | 8 atmosphères. |

Les éléments de traction sont les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Cylindres | Diamètre | 0m.480 |
| | Course des pistons | 0 .480 |
| Diamètre des roues motrices | | 1 .065 |
| Écartement des essieux extrêmes | | 3 .330 |
| Contenance de la soute à eau | | 4mc.700 |
| Approvisionnement de combustible | | 1t .500 |
| Poids de la machine, approvisionnements complets | | 36 .600 |
| Poids de la machine vide | | 27 .100 |
| Répartition des poids sous les roues avec approvisionnements complets. | Essieu d'avant | 9 .100 |
| | 2e essieu | 9 .250 |
| | 3e essieu | 9 .250 |
| | 4e essieu | 9 .000 |

Le poids de la machine (approvisionnement complet) est de 280 kilog. par mètre carré de chauffe.

Le faible écartement des essieux extrêmes, l'accouplement des quatre essieux et la surface de chauffe considérable de ces machines, telles sont les trois causes essentielles de leur puissance[1].

V. COMPOSITION ET MARCHE DES TRAINS. — La machine que nous venons d'esquisser rapidement est capable de remorquer sur le chemin de Montmorency, à une vitesse de 25 kilomètres environ à l'heure, des trains composés de la manière suivante :

3 voitures à voyageurs du Nord avec freins Newal.
1 voiture à impériale du chemin d'Enghien à Montmorency.
2 voitures à voyageurs du Nord. } avec freins Newal.
1 fourgon à bagages. }
Soit : 7 voitures pesant ensemble chargées 60 tonnes environ.

1. Nous ne croyons pas nécessaire d'entrer dans de plus grands détails sur la construction de ces machines dont la description a été donnée dans plusieurs ouvrages. Pour de plus amples renseignements, on pourra se reporter aux communications faites par M. Nozo, en 1856 et 1857, à la Société des Ingénieurs civils.

La machine est en queue du train à la montée, et en tête à la descente, de manière à éviter les accidents qui pourraient résulter d'une rupture d'attelages, si la machine occupait une position inverse.

Le trajet se fait en 7 minutes à la montée et en 8 minutes à la descente.

VI. VOITURE MIXTE DU CHEMIN D'ENGHIEN A MONTMORENCY, DE LEPROVOST ET P. GUÉROULT. — Nous avons parlé, dans ce qui précède, d'une voiture spéciale qui vient d'être faite pour la Compagnie d'Enghien à Montmorency par MM. Leprovost et P. Guéroult, et qui, à raison de son mode de construction et des dispositions nouvelles qu'elle présente, a vivement attiré l'attention du public et des ingénieurs qui ont parcouru la ligne.

Nous examinerons d'abord cette voiture en elle-même, puis nous verrons comment elle satisfait au service dont elle est chargée.

1° La nouvelle voiture de MM. Leprovost et P. Guéroult est une voiture mixte, en tôle, à rez-de-chaussée et à impériale qui contient 84 places, ainsi réparties :

| | |
|---|---|
| Au rez-de-chaussée : 1° deux compartiments de première classe, à 5 places de $0^m,58$ de largeur, par banquette, soit . . . . . | 20 places. |
| 2° Deux compartiments de deuxième classe, à 6 places de $0^m,48$ de largeur, par banquette, soit. . . . . . . . . . | 24 — |
| A l'impériale, cinq compartiments de 8 places. de $0^m,49$ de largeur, soit. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40 — |
| Et en totalité. . . . . . . . . . . . . | 84 places. |

Un couloir longitudinal de $0^m,50$ de largeur et de $1^m,70$ de hauteur règne sur la longueur de l'impériale. Il aboutit à deux portes extrêmes s'ouvrant sur des escaliers doubles établis aux deux extrémités.

Le tableau suivant permet de comparer la largeur des places de chaque classe dans cette voiture à celle des voitures de la Compagnie de l'Est, que nous prenons comme exemple :

| | | Wagons de l'Est. Nouveau modèle. | Wagons Leprovost et P. Guéroult. |
|---|---|---|---|
| Largeur de la place, de | 1re classe. . . . . . . . . . . | $0^m.615$ | $0^m.58$ |
| — | 2e classe. . . . . . . . . . . | 0 .48 | 0 .48 |
| — | 2e classe impériale. . . | 0 .48 | 0 .49 |

Ainsi donc, à part les places de première classe qui ont $0^m,035$ de moins de largeur, les places de deuxième classe sont ou aussi larges ou plus larges que celles de l'Est. Chaque banquette offre donc une place de plus que celle des autres voitures, sans que la commodité des voyageurs ait à en souffrir. Cet avantage résulte de l'élargissement de la voiture et de la réduction de l'épaisseur de ses parois.

La caisse est entièrement construite en tôle et cornières. L'épaisseur des tôles varie de $1^{mm},5$ à 3 millimètres, celle des cornières, de 25 millimètres à 30 millimètres.

Les garnitures sont fixées sur des liteaux en bois intérieurs.

Le plancher de la caisse est en tôle de 1 millimètre d'épaisseur, recouverte entre les banquettes de planches en sapin, destinées à sous-

traire les pieds au contact du métal, et à répartir la pression sur une plus grande surface.

Le châssis est entièrement en fer et peut, par conséquent, supporter sans fatigue, et sans qu'on ait à donner aux pièces qui le composent des dimensions considérables, la charge de la caisse et des 84 voyageurs qu'elle doit renfermer. Il convient de noter la disposition adoptée pour les tampons : leur hauteur au-dessus du rail étant fixe, et la caisse ayant été établie plus bas que celle des voitures ordinaires, à cause de son impériale élevée, les ressorts de choc et traction n'ont pu être placés dans le plan du châssis. Il sont, dans la nouvelle voiture, sous les banquettes des compartiments extrêmes, et les traverses de tamponnement sont reliées aux longerons et aux croix de Saint-André au moyen de cornières et de goussets en tôle, qui forment un ensemble absolument invariable. Les tôles travaillent à 5 kilog environ par millimètre carré. Aucune déformation n'a été constatée durant les expériences auxquelles cette voiture a été soumise.

Deux avantages considérables distinguent le nouveau wagon de MM. Leprovost et P. Guéroult de ceux en usage sur nos chemins de fer; ce sont : 1° une économie de poids mort, et 2° une économie de capital engagé par voyageur transporté, chacune de plus de 1/3.

1° Ainsi, tandis que le rapport du poids mort au poids utile est de 3,11 et de 1,97 dans les voitures de première et de deuxième classe de l'Est, il n'est que de 1,37 dans la nouvelle voiture de MM. Leprovost et P. Guéroult.

L'économie de poids mort ressort encore mieux de la comparaison de cette voiture avec celle de l'Est. Cette comparaison est, en effet, permise, attendu que l'impériale est installée dans des conditions bien différentes de celles des impériales des lignes de banlieue : nous avons déjà vu que les places sont plus larges; au lieu de banquettes en bois, les siéges et les dossiers sont en jonc; les garnitures du ciel et des tympans sont en toile cirée; les escaliers et le couloir sont d'un accès tel que les hommes et les femmes y montent avec une égale facilité; les ouvertures latérales pourraient être fermées par des châssis à glace avec une très-faible augmentation de poids mort. Pour nous résumer, nous dirons que la Compagnie du chemin de fer d'Enghien à Montmorency a cru devoir donner à ces places la dénomination commune de première et deuxième classes.

Ainsi donc, nous pouvons avancer que les 84 places du nouveau wagon sont dans les mêmes conditions que celles des wagons ordinaires, qui, sur le réseau de l'Est, entraînent un poids mort de 233 kilog. pour les premières classes et de 147 kilog. pour les deuxièmes classes. (Nous empruntons ces chiffres au *Traité élémentaire des chemins de fer* de M. A. Perdonnet.)

| | |
|---|---|
| Or, 20 places de 1re classe à 233 kil. engagent un poids mort de....... | 4660k |
| 64 — 2e classe à 147 kil. — ................. | 9408 |
| Soit.......................... | 14068 |

La voiture d'Enghien ne pesant que 8,670 kilog., l'économie est de 5,398 kilog., soit 5,400 kilog., ou 38 p. 100, c'est-à-dire plus de 1/3.

On se propose de faire prochainement de nouvelles voitures semblables

à la précédente, comme dispositions d'ensemble. Le rez-de-chaussée de la voiture se composera de cinq compartiments de seconde classe. Les cloisons de l'impériale deviendront le prolongement de celles du rez-de-chaussée. Le wagon contiendra ainsi 100 places de seconde classe. Le poids mort par voyageur sera de 80 kilog. seulement, tandis que dans les voitures de deuxième classe à impériale de l'Est, il est encore de 94 kilog.

2° Évaluons maintenant l'économie réalisée :

La voiture a coûté 12,500 fr.[1].

Or, le matériel qui, sur le réseau de l'Est, servirait à transporter les 84 voyageurs, coûterait :

| | |
|---|---|
| 20 places de première classe, à 383 fr. . . . | 7,660 fr. |
| 64 places de deuxième classe, à 175 fr. . . . | 11,200 — |
| Soit. . . . . . . . . . . . . | 18,860 fr. |

L'économie est donc de 6,360 fr., soit de 33,7 p. 100, c'est-à-dire un peu plus du 1/3.

Nous ne pouvons qu'applaudir, après beaucoup d'autres, à l'heureuse disposition de l'impériale, qui a été de la part de M. de Fourcy, ingénieur en chef du contrôle, l'objet d'une mention spéciale dans son rapport à la commission des inventions. Le couloir offre un accès facile et ne présente pas le danger de la circulation latérale établie sur les voitures à impériale des diverses Compagnies. Il fournit, avec les escaliers extrêmes, un dégagement suffisamment prompt, et ces derniers sont de beaucoup préférables aux marchepieds établis sur les parois de la caisse.

Beaucoup de personnes s'étaient montrées, dès l'origine, très-opposées à l'emploi de la tôle pour la construction des wagons de chemins de fer. Elles craignaient que les trépidations de la marche ne donnassent lieu à un bruit insupportable et que la conductibilité de la tôle ne rendît le séjour dans la voiture brûlant l'été et glacial l'hiver. Ces deux craintes sont absolument vaines. La fixité parfaite de toutes les pièces, condition indispensable de solidité, empêche toutes vibrations, et en admettant même qu'il pût s'en produire, le son qui devrait les accompagner serait anéanti par les garnitures intérieures. Quant à la température, elle résultera, pour cette voiture comme pour les autres, de celle de l'atmosphère et du nombre de voyageurs qui auront pris place dans chaque compartiment. Ici encore les garnitures agiront pour atténuer les influences de l'extérieur.

Nous venons d'indiquer les avantages de cette nouvelle voiture, nous devons maintenant, pour être impartial, signaler les quelques inconvénients qu'elle présente. Ils sont, à vrai dire, peu importants.

L'accès des boîtes à graisse et la visite des roues sont moins faciles que dans les autres voitures. C'est la conséquence de la grande largeur du véhicule et de l'abaissement de la caisse; mais cet inconvénient est faible, vis-à-vis de l'avantage obtenu, c'est-à-dire du plus grand nombre de places offertes.

1. Cette voiture était, à proprement parler, une voiture d'essai. Elle a donc coûté plus cher que toute voiture exécutée sur un modèle arrêté d'avance. Le prix de celles qui seront faites prochainement sera compris entre 11,000 et 12,000 francs.

Le marchepied ne présente pas un appui aussi large et aussi facile que dans les autres voitures. Cet inconvénient a la même cause que le précédent.

Nous pourrions citer encore quelques imperfections de construction; mais il est impossible d'obtenir une exécution irréprochable d'un atelier qui se monte. Ces défauts ne méritent pas, d'ailleurs, qu'on s'y attache; les constructeurs le reconnaissent, et il est de leur premier intérêt de les éviter à l'avenir.

Telle qu'elle est enfin, la voiture d'Enghien à Montmorency nous paraît être le type de la voiture de banlieue. Il est à désirer, comme le souhaite M. de Fourcy, que cette voiture soit adoptée sur les lignes si fréquentées qui rayonnent des grandes villes et sur lesquelles des foules considérables affluent les dimanches et les jours de fête.

Par la fermeture complète de l'impériale, la voiture d'été deviendra aussi voiture d'hiver et pourra répondre à tous les besoins.

2° De ce que nous venons de dire, il résulte que cette voiture est parfaitement placée sur le chemin d'Enghien à Montmorency, où elle fait 30 à 34 voyages par jour entre ces deux localités.

Là, plus qu'ailleurs, il convenait de réduire le transport du poids mort à son minimum et d'avoir une voiture légère. Dans son *Traité élémentaire des Chemins de fer* (t. II, p. 593), M. A. Perdonnet dit : « *Il serait très-avantageux, surtout pour les lignes à fortes pentes, de réduire le poids du véhicule sans en diminuer la capacité; mais cela est difficile, parce que le châssis doit présenter une grande solidité.* » Nous croyons que la solution du problème posé par M. Perdonnet a été obtenue par la construction du châssis en fer et que le wagon de MM. Leprovost et P. Guéroult convient bien au service auquel il était destiné.

Nous avons pu craindre, au début, que l'écartement des essieux de 4 mètres ne présentât quelque gêne au passage des courbes de 200 mètres et de 300 mètres de rayon. Ces craintes ont bientôt disparu. Le jeu qui s'est produit, en quinze jours environ, des plaques de garde dans leurs rainures, a suffi pour permettre aux essieux un certain écart et le passage facile du véhicule dans les courbes de petit rayon du chemin.

VII. FREINS NEWAL, BRICOGNE, DIDIER. CONTRE-VAPEUR. FREINS SUR LES CHEMINS A FORTES RAMPES ET A COURBES DE PETIT RAYON. — Il nous reste, pour terminer ce que nous avons à dire sur le chemin d'Enghien à Montmorency, à parler de la manière dont s'opère la descente des trains, c'est-à-dire du système de freins qui a été adopté; car, ainsi qu'on le pressent bien, lorsque le train prêt à descendre a été amené sur la pente, il ne s'agit plus pour le mécanicien ou pour le conducteur du train que de s'opposer à l'accroissement de vitesse qu'il tend à prendre à chaque instant par le fait de la gravité.

La Compagnie du Nord a fourni à celle d'Enghien à Montmorency deux systèmes de trois voitures munies de freins Newal, au moyen desquels le service s'est fait pendant les premiers jours. Ils comprenaient entre eux le wagon que nous venons de décrire. La machine terminait le train. Les

choses étant ainsi, l'expérience suivante a été faite : le train pesant 100 tonnes a été abandonné à lui-même, et il possédait une vitesse de 45 à 50 kilomètres environ lorsque les freins Newal (6 voitures, 24 sabots) et le frein de la machine ont été serrés. L'arrêt a été obtenu après un parcours de 125 mètres.

Depuis lors, chaque système de trois voitures a été progressivement réduit à deux, puis à une. On n'a eu enfin que deux freins (soit 8 sabots), sans compter celui de la machine, au moyen desquels le service s'est effectué convenablement.

Nous devons rappeler ici que les freins Newal sont des freins à sabots, amenés au contact par le déclanchement et la chute d'un contre-poids, le serrage étant ensuite complété à la main par le serre-frein. Une tige brisée permet à l'action du contre-poids et du serre-frein de se transmettre simultanément aux freins de deux ou de trois voitures.

Or, il est arrivé que ce frein s'est dérangé plusieurs fois. Son action, complète sur la troisième voiture, moindre sur la seconde, faible sur la première (celle qui porte le contre-poids), lorsque la marche a lieu en ligne droite, est encore diminuée sur des courbes de petit rayon. Les tiges de transmission, assez longues, se tordent, les articulations absorbent une partie notable de la force développée par la chute du contre-poids et par le serre-frein, et l'ensemble ne transmet qu'un effort très-amoindri.

Cependant les freins Newal ont été conservés. S'ils ont l'inconvénient d'exiger un montage très-soigné, ils ont l'avantage de n'exiger qu'une faible main-d'œuvre. Pour le service journalier on emploie les freins Bricogne, qui, comme les précédents, sont des freins à sabot (avec contre-poids), ne fonctionnant que sur une seule voiture.

Mais les freins à sabot doivent-ils être employés dans des circonstances semblables?

Les faits que nous avons eu l'occasion de constater sur des voies provisoires, établies en fortes rampes et avec des courbes de petit rayon, rendent manifeste la tendance des roues (montées sur essieux parallèles) calées à abandonner le rail sur lequel elles se déplacent, même à de très-faibles vitesses, et nous prouvent qu'il importe essentiellement de laisser toute liberté de tourner aux roues des véhicules destinés à se mouvoir dans les mêmes conditions, mais à des vitesses plus considérables. Le calage des roues, que l'on produit à la descente des fortes pentes amène une usure très-rapide des rails, la formation de facettes à la jante des roues, et entraîne, sur de petites courbes, des chances de déraillement.

Ces inconvénients disparaissent, dit-on, si au calage on substitue un serrage énergique, laissant aux roues la liberté de tourner. Mais obtiendra-t-on toujours du serre-frein une action mesurée, le serrage au lieu du calage sur tous les sabots agissant?

Il est permis d'en douter.

Aussi ne pensons nous pas que les freins à sabot soient employés avec avantage sur les chemins à fortes rampes et à courbes de petit rayon, comme celui d'Enghien à Montmorency, et notre avis, conforme à celui



de nombreux ingénieurs, est d'employer de préférence les freins à glissement ou la contre-vapeur.

Deux freins à glissement ont été déjà essayés et employés sur diverses lignes, ce sont : le frein Laignel et le frein Didier; le premier à mise en action et à relèvements lents, le second à mise en action immédiate, mais à relèvement lent et pénible. Le premier est employé sur le plan incliné de Liége, le second a été appliqué à douze fourgons de la Compagnie du Nord.

Nous n'hésiterons pas à accorder notre préférence à ce dernier. S'il a l'inconvénient d'être d'un remontage pénible, il a l'immense avantage d'agir presque instantanément et d'une manière plus énergique que le frein Laignel.

Sans rappeler ici les conclusions favorables du rapport de M. Baude à la Société d'encouragement (21 décembre 1859), celles des ingénieurs belges : MM. Caudèse et Ragheno (juillet 1863), et enfin celles de M. de Fourcy (29 septembre 1864) sur ce frein, nous nous bornerons à citer une expérience toute récente (13 juin 1866), faite sur la ligne du Montchanin au Creusot avec un frein Didier appliqué à un tender construit au compte de l'État.

Le tender, déduction faite du poids des roues, des boîtes à graisse, des ressorts, pesait 15 tonnes. Le train était de 160 tonnes. A une vitesse de 50 kilomètres à l'heure, l'arrêt a été obtenu *avec le frein Didier seul* en 52 secondes et la distance parcourue a été de 360 mètres.

Tandis qu'à la vitesse de 45 kil. à l'heure, *les deux freins à main, le frein de la machine et la contre-vapeur* n'ont obtenu l'arrêt qu'en 35 secondes, après 395 mètres parcourus.

Ce résultat nous paraît très-remarquable, et nous donne grande confiance dans les expériences officielles qui vont être faites prochainement avec ce nouveau système.

Disons, en terminant, quelques mots de l'emploi de la contre-vapeur et des effets qu'on en a obtenus.

Sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, à la traversée du Guadarrama, se trouvent des pentes fortes et continues sur lesquelles la descente s'opère actuellement à l'aide de la contre-vapeur seule. Il résulte d'une communication intéressante faite par M. E. Flachat à la Société des Ingénieurs civils, et rapportée dans le numéro de mai des *Annales*, que l'emploi de la contre-vapeur a été régularisé et rendu pratique à ce point qu'on a pu se passer, à la descente de ces pentes, de l'usage des freins. C'est là un résultat très-important et qui est appelé assurément à répandre l'emploi de la contre-vapeur et à faciliter l'exploitation des chemins accidentés.

Il arrive, en effet, pour ces chemins qu'une partie des manœuvres de gare s'exécute, en raison de la faible longueur des paliers (quand encore ceux-ci ne sont pas complétement supprimés), en partie sur le palier lui-même, et en partie sur la forte pente : et, au moment où le train suffisamment avancé pour une manœuvre devrait être arrêté, il l'est trop déjà pour la puissance limitée du frein de la machine. Celui-ci le cède à

l'action de la gravité dont l'intensité va croissant. Le mécanicien siffle aux freins, et le train ne s'arrête qu'après un certain nombre d'efforts multiples et tardifs mis en jeu. Si l'action de la contre-vapeur, eu égard à la pente du chemin, est suffisamment efficace, l'appel aux freins n'a pas lieu et le mécanicien peut arrêter son train, sans aucun secours étranger.

Aussi croyons-nous qu'il y a un grand intérêt à ce que le mécanicien soit maître absolu de la marche sur les fortes pentes et dispose des moyens d'arrêt et de ralentissement, comme des moyens d'action. Si un progrès notable a été réalisé le jour où le mécanicien a pu opérer lui-même le déclanchement de plusieurs freins, au moyen d'une ficelle (moyen un peu primitif), le but n'a pas été pourtant complétement atteint, puisqu'il n'a pu produire le calage absolu des roues, remonter les contre-poids, manœuvrer enfin les freins, ainsi qu'il en était besoin.

L'emploi de la contre-vapeur, nous le répétons, constitue un progrès important, puisqu'il permet au mécanicien de réduire sa vitesse, de même que la vapeur, agissant directement, lui donne le moyen de l'accroître, (dans des limites, il est vrai, moins restreintes). Mais, l'usage de la contre-vapeur, comme auxiliaire suffisant, nous paraît aujourd'hui limité à l'exploitation sur des pentes de 15 à 20 millimètres. L'avenir verra sans doute étendre ces limites.

Ce que nous venons de dire n'implique pas du tout la suppression des freins répartis dans la longueur des trains. Ces freins conserveront toujours leur utilité spéciale; ils seront prêts à fonctionner dans les cas de rupture d'attelage et, leur action, quoique lente et imparfaite, ne cessera pas de contribuer, pour sa quote-part, au résultat final qu'on voudra obtenir.

Nous nous résumerons donc en disant que la contre-vapeur, qui est un moyen précieux de ralentissement sur les fortes pentes, ne nous paraît pas suffisante sur les très-fortes pentes comme celle du chemin de Montmorency. Elle présente, en outre, sur ce chemin, à cause de ses courbes de petit rayon, l'inconvénient que nous avons signalé précédemment de gêner le mouvement des roues (inconvénient bien moindre, il est vrai, pour les roues, pesamment chargées, d'une machine que pour celles d'un autre véhicule).

## VIII. Conclusion.

Nous voici arrivés aux limites du cadre que nous nous étions tracé.

Nous avons passé en revue le chemin de fer d'Enghien à Montmorency, ses machines, ses voitures et ses freins. Nous nous sommes plu à faire ressortir les difficultés nouvelles que n'avaient pas craint d'aborder les concessionnaires et l'ingénieur de ce chemin, les moyens qu'ils avaient déployés ponr les vaincre, et, avant tout, l'esprit d'initiative hardi qui les avait conduits.

Espérons que leur exemple sera imité. Nous nous estimerions heureux si tel pouvait être le résultat de ces lignes.

E. DEHARME.



# NOTE

SUR LA

# MESURE DE LA FORCE DES MACHINES

## EN FRANCE ET EN ANGLETERRE

## PAR LES FORMULES EN USAGE.

Par M. O. MARCHAL.

---

La mesure de la puissance développée par les machines à vapeur n'est possible, avec exactitude, qu'avec le secours d'un indicateur dynamométrique donnant, sur un diagramme tracé par la machine elle-même, la *pression effective moyenne* qui pousse le piston. L'emploi du frein de Prony conduit à des résultats assez précis, s'il est fait avec toute l'attention minutieuse qu'il exige; mais il n'est pas possible sur des machines motrices d'une puissance de plus de 70 chevaux-vapeur. Sur ces dernières, il se rencontre de grandes difficultés d'installation du frein; en outre, l'entraînement par la machine, du bras de levier de la résistance lorsqu'il est mal calculé peut, au départ du mouvement, exposer les observateurs aux plus grands dangers. Rappelons qu'avec cet instrument on arrive à mesurer le travail utile T de la machine en chevaux-vapeur, en mettant, en nombre l'expression

$$T = \frac{n}{60} 2\pi L Q$$

dans laquelle $n$ est le nombre de révolutions de la manivelle motrice par minute, L la longueur du levier du frein, à partir du centre de l'arbre jusqu'au point de suspension des poids de la résistance ou du point de traction du levier sur le dynamomètre, et Q la quotité des poids de la résistance exprimée en kilogrammes, ou le nombre de kilogrammes marqué par l'aiguille du dynamomètre qu'on a pu substituer aux poids. Les praticiens recommandent de prendre les précautions suivantes, afin que la pression exercée sur les parties frottantes du frein ne produise pas un frottement capable d'altérer ces parties :

Il convient de donner à ces parties une certaine étendue en agrandissant le diamètre de l'arbre au moyen d'une poulie solidement fixée sur lui et sur laquelle agissent les deux mâchoires du frein. Pour une force de 6 à 8 chevaux, l'arbre faisant 20 tours par minute, le diamètre doit être de 16 centimètres. Pour une force de 15 à 20 chevaux et pour 15 à 30 tours, le dia mètre doit être de 30 à 40 centimètres, et enfin pour une force de 40 à 70 chevaux, le diamètre doit être au moins de 65 centimètres.

Malgré les facilités et les avantages que présente l'emploi des indicateurs dynamométriques, l'industrie n'en fait presque pas usage. Faut-il l'attribuer à la cherté apparente de cet instrument (300 fr. moyennement), ou à l'insuffisance des études pratiques qu'il exige de la part de ceux qui pourraient l'utiliser? Quoi qu'il en soit, l'observation accumule de plus en plus des faits qui démontrent pour ainsi dire la nécessité absolue de généraliser ce précieux instrument, dont l'invention appartient à l'illustre Watt.

Nous signalons à nos lecteurs la description explicative de trois indicateurs aujourd'hui en usage, insérée dans le numéro de juin d'une publication récente qui paraît sous le titre de *Mémoires et Travaux des Mécaniciens de la Marine impériale*[1]. Dans ce même numéro, nous trouvons un travail assez étendu et très-explicatif sur le calcul de la puissance nominale et effective des machines à vapeur par M. A. Ortolan. Il peut paraître étonnant qu'avec les moyens de mesure presque directe que présentent les indicateurs, on propose encore aujourd'hui des formules dans lesquelles certains éléments essentiels n'aient que l'hypothèse de comparaison pour base, par exemple, la valeur de la pression moyenne sur le piston. Mais, il est des circonstances où cette hypothèse est seule à la portée de l'expérimentateur. A ce titre, les formules données par M. Ortolan, pour calculer les machines à vapeur sans détente et à détente, ont une utilité non-seulement acceptable, mais réelle.

Les notations adoptées par l'auteur sont les suivantes :

A, nombre de cylindres à vapeur de la machine.

F, force ou puissance nominale exprimée en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres.

F, force réelle ou effective sur les pistons.

D, diamètre du piston exprimé en mètres.

$\pi$, rapport de la circonférence au diamètre $= 3,1416$, et

$$\frac{1}{4}\pi = 0,7854.$$

C, longueur de la course entière du piston exprimée en mètres.

$c$, longueur de la course du piston pendant laquelle l'admission a lieu, ou course à pleine vapeur, également exprimée en mètres.

$c_0$, course du piston en détente $= (C - c)$.

N, nombre de coups de piston ou de doubles courses du piston par minute.

P, pression brute moyenne de la vapeur pendant la période d'admission seulement. Elle est exprimée en kilogrammes par mètre carré de surface du piston.

P', pression brute moyenne de la vapeur pendant toute la durée de la course du piston. Elle est exprimée en kilogrammes par mètre carré de surface du piston.

1. Publication trimestrielle (6 fr. par an pour la France, 9 fr. pour l'étranger), éditée par E. Lacroix, libraire des ingénieurs civils.



$p$, contre-pression ou pression moyenne de résistance de la vapeur évacuée, pendant toute la durée de la course du piston. Elle est exprimée de la même manière que les pressions P et $p'$.

X, travail dû à la détente, par unité de volume de vapeur et pendant la course $c_0$.

K, coefficient de correction déduit de l'expérience pour obtenir l'effet utile en tenant compte des résistances nuisibles produites par les frottements, les pompes, etc. (Voir le tableau ci-après.)

*Calcul de la force réelle des machines à vapeur sans détente.* — La force réelle $F_e$ développée sur l'arbre d'une machine sans détente s'écrit

$$F_e = A \frac{1/4\ \pi\ D^2\ 2\ C N\ (P' - p)}{75 \times 60} . K,$$

ou

$$F_e = A \frac{0,7854 .\ D^2\ 2\ C N\ (P' - p)}{4500} . K,$$

et finalement $F^e A. = 0,0003491\ D^2\ C N\ (P' - p). K.$ (A)

A défaut d'une courbe d'indicateur prise sur la machine et permettant de calculer la valeur réelle de $P' - p$, P est déduit des indications du manomètre le plus rapproché du cylindre ; dans ce cas on diminue de 15 le nombre de centimètres accusé par cet instrument afin de tenir compte des abaissements de la pression de la vapeur avant son introduction dans le cylindre : étranglement des passages, perte de chaleur par rayonnement, etc. $p$, dans les machines à condensation, se déduit des indications du baromètre du condenseur (*) ; sa valeur varie entre 1,500 kilogr. et 2854, le vide variant entre 55 et 65 centimètres de mercure. Dans les machines sans condensation sa valeur est moyennement de 12000 kilog. au lieu d'être de 10330, pression de l'atmosphère, parce que la vapeur, pour s'évacuer dans le milieu résistant, doit avoir une pression moyenne un peu plus élevée. — K est donné par l'expérience pour chaque cas particulier (voir le tableau ci-après).

*Calcul de la force réelle des machines à détente.* — Pour ces machines on a :

$$F^e = \frac{\frac{1}{4} \pi\ D^2\ 2\ CN \left( \left( \frac{P}{\frac{C}{c}} \right) + X - p \right)}{60 \times 75} K, \qquad (B)$$

(*) Les indicateurs du vide au condenseur sont gradués sous une pression atmosphérique de 76 c. de hauteur de mercure. Mais cette pression variant avec les changements de l'état de l'atmosphère, il convient de tenir compte des variations. Soit 74 au lieu de 76 la hauteur barométrique au moment de l'observation, 60 le chiffre marqué à l'indicateur du vide et $x$ la pression en kilog. par mètre carré qui reste au condenseur, la correction dans ce cas donnera :

au lieu de $2174^k$ : $x = \frac{10330\left(\frac{74}{76}\right)}{74} . (74 - 60) = 1902^k,89$,

$$\text{ou} \quad F_e = \frac{0{,}7854\ D^2\ 2\ CN \left( \frac{P}{\left(\frac{C}{c}\right)} + \frac{P}{\left(\frac{C}{c}\right)} 2{,}3026 \log \frac{C}{c} - p \right)}{4500} K;$$

et après simplification :

$$F_e = 0{,}0003491\ D^2\ CN \left( \frac{P}{\left(\frac{C}{c}\right)} + \frac{P}{\left(\frac{C}{c}\right)} 2{,}3026 \log \frac{C}{c} - p \right) K \quad (C).$$

*Exemple numérique.* — Quelle est la force réelle sur l'arbre moteur d'une machine qui fonctionne dans les conditions suivantes :

Diamètre D du piston = 1 mètre. — Course C du piston = 1 mètre. — Nombre de coups de piston par minute N = 20. — Durée de l'admission de la vapeur dans le cylindre en fraction de la course du piston = 0,50, d'où $\frac{C}{c} = 2$. Pression brute P de la vapeur affluente, déduite des indications du manomètre qui marque $43^c/_m$ = 15771 kil. — Vide mesuré au condenseur = 63 $^c/_m$ d'où $p$ = 2175 kil.; K = 0,67.

Mettant en nombres la formule (C), on trouve :

$$F_e = 0{,}0003491 \times 1 \times 1 \times 20 \times$$
$$\times \left( \frac{15771}{2} + \frac{15771}{2} 2{,}3026 \log 2 - 2175 \right) 0{,}67 = 53 \text{ chevaux-vapeur.}$$

*Usage des tables du travail de la détente.* — A l'aide de la table du rapport du travail de la vapeur employée en détente, on calcule plus facilement que par la formule (C) la puissance réelle des machines à détente.

Après avoir calculé la force développée pendant la période de l'admission, c'est-à-dire pendant la course C, on multiplie le nombre obtenu par celui de la colonne 4 de la table qui correspond à la valeur de $\frac{C}{c}$ (colonne 1) ou à la fraction de la course du piston à laquelle la détente commence (colonne 2).

*Exemple.* — Soit la machine calculée dans le premier exemple : D = 1 mètre. C = 1 mètre, la détente commence aux 0,50 de la course, N = 20; P — $p$ = 15771 — 2175 = 13596$^k$ pendant la période d'admission.

Puisque la détente commence aux 0,50, la puissance $F_1$ développée par la machine pendant l'affluence de la vapeur seulement devra être calculée avec une course = C × 0,50, soit 1 mètre × 0,50 = $0^m$,50. On aura alors (formule C) :

$$F_1 = 0{,}0003491 \times 1 \times 0{,}50 \times 20 \times 13596 \times 0{,}67 = 31^{\text{chev.}}6.$$

Le nombre de la quatrième colonne de la table qui correspond à la détente de 0,50 ou au rapport de $\frac{C}{c} = 2$ étant 1,693, on aura la puis-

sance réelle $F_e$ de la machine développée avec l'affluence et avec la détente, sur l'arbre moteur :

$$F_e = 31,7 \times 1,693 = 53^{chev.}6,$$

résultat égal à celui obtenu précédemment, sauf la fraction 0,6 que l'on obtiendrait dans le premier cas en poussant les calculs jusqu'au troisième chiffre de la fraction décimale.

*Formules particulièrement en usage en France pour mesurer la puissance effective des machines à vapeur marines.* — Les formules (B) et (C) conviennent au calcul de la puissance effective de toutes les machines à vapeur, les locomotives exceptées. La marine de l'État a cependant adopté une méthode de calcul différente. Au lieu de compter la pression en kilogrammes par mètre carré sur le piston, on la compte en centimètres de hauteur de mercure, et on arrive à ce module : le travail $F_k$ en kilogrammètres sur les pistons est

$$F_k = 7,117\ D^2\ C\ N\ (p^{cm} - 6). \qquad \text{(D)}$$

D, diamètre du cylindre en mètres.

C, course du piston en mètres.

N, nombre de coups de piston par minute.

$p^{cm}$ pression effective moyenne sur le piston exprimée en centimètres de mercure.

Il est facile de remonter à l'origine de cette expression simplifiée du travail de la machine à vapeur.

$$\frac{\pi\ D^2\ 2\ C\ N\ P'}{4 \times 60}$$

exprime le travail sur *un* piston, la pression P′ étant comptée en kilogrammes par mètre carré de surface. Si cette pression est comptée en centimètres de mercure $p^{cm}$, on a le rapport

$$\frac{P'}{p^{cm}} = \frac{10330^{kil}}{76^{c}/_{m}} \qquad \text{et} \qquad P' = \frac{p^{cm}\ 10330}{76}.$$

Remplaçant P′ par sa valeur comparative ainsi déterminée et introduisant dans la formule le nombre de pistons à vapeur dont se composent les machines marines actuelles qui est de 2, il vient :

$$F_k = 2\ \frac{\pi\ D^2\ 2\ C\ N\ p^{cm}\ 10330}{4.60.76} = 7,117\ D^2 C N\ p^{cm}. \qquad \text{(D')}.$$

Le coefficient soustractif — 6 de la formule définitive (D) est relatif aux résistances d'entraînement de la machine même, ou plus exactement à la poussée nécessaire pour la faire partir après chaque nouvelle direction du mouvement ; on suppose ces résistances constantes, quelle que soit la pression dans les cylindres. On les représente dans la formule par 6 centimètres de mercure. Il importe de ne pas confondre le travail résistant qui est variable avec l'intensité de la poussée, avec celui dont on veut tenir compte en introduisant dans la formule le coefficient soustractif 6. En d'autres termes, la formule (D) donne en kilogrammètres le

travail sur les pistons, mais le travail sur l'arbre moteur est plus faible; pour le déterminer il faut trouver pour chaque type de machine marine, pour chaque grandeur, et pour chaque cas d'entretien où elle peut se trouver, un coefficient multiplicatif K, ainsi que l'expérience l'a trouvé pour les machines de faible puissance (voir le tableau ci-après des indications de la valeur de K). On l'estime à 0,80, la machine étant dans les meilleures conditions, c'est-à-dire que le travail sur l'arbre moteur n'est que les 0,80 de celui sur les pistons.

La puissance effective d'une machine marine à deux cylindres, exprimée en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres et mesurée sur les pistons, est donnée par la formule suivante dont on fait usage dans les expérience de recette par la marine de l'État :

$$F_e = \frac{7{,}117\ D^2\ CN\ (p^{cm} - 6)}{75}. \qquad \text{(E)}$$

La puissance mesurée sur l'arbre moteur serait exprimée sous cette forme :

$$F = \frac{7{,}117\ D^2\ CN\ )p^{cm} - 6)}{75}\ K. \qquad \text{(F)}$$

Comme il vient d'être dit, K = 0,80 dans les meilleures conditions.

Dans les formules (E) et (F) le nombre constant 7,117 a été obtenu à la suite des opérations indiquées dans la formule de provenance (D'); celle-ci comprend le facteur 2, nombre de cylindres que comportent habituellement les machines marines; mais dans le cas où la machine dont on a à calculer la puissance effective aurait plus ou moins de deux cylindres, les même formules y seraient applicables en introduisant le facteur $\frac{A}{2}$; A désignant le nombre de cylindres de la machine considérée, on poserait dans cette circonstance :

$$F_e = \frac{7{,}117\ \frac{A}{2}\ D^2\ CN\ (p^{cm} - 6)}{75}.$$

La formule anglaise exprimant la puissance effective des machines marines sur les pistons est :

$$IHP = a\ \frac{\frac{\pi\ D^2}{4}\ PV}{3300}.$$

I. H. P. sont les initiales des mots *indicated horse power*, qui signifient puissance en chevaux indiquée (*).

$a$, nombre de cylindres de la machine.

P, pression effective en livres par pouce carré.

V, vitesse du piston par minute exprimée en pieds anglais.

(*) Voir ci-après le tableau de concordance des pressions exprimées en mesures françaises et en mesures anglaises.



Il y a lieu de remarquer :

1° Que dans l'expression de la force effective, en France, on fait entrer le coefficient soustractif 6 dans l'intention de tenir compte de la résistance de la mise en mouvement des pièces du mécanisme; on écrit pour valeur de la pression en centimètres de mercure, sur l'unité de surface [$p^{cm}$ — 6 (formule D)]. La formule anglaise n'a pas de coefficient de cette nature;

2° Que le cheval-vapeur est en France de 75 kilogrammètres, et en Angleterre de 76.

La puissance nominale des machines à vapeur, autres que celles appliquées à la navigation, est calculée d'après des règles différentes, suivant les constructeurs et les localités. Les initiales N. H. P. signifient *nominative horse power* (puissance en chevaux nominaux).

*Machines à condensation.*

Règle de Boulton et Watt $NHP = \sqrt[3]{\frac{\text{course du piston en pieds} \times \text{diamètre en pouces}}{60}}$

— Manchester $NHP = \frac{\text{Surface du piston en pouces carrés}}{23}$.

— Leeds $NHP = \frac{\text{Diamètre du piston en pouces}}{30}$.

*Machines sans condensation.*

— Manchester $NHP = \frac{\text{Surface du piston en pouces carrés}}{10}$.

— Leeds $NHP = \frac{\text{Diamètre du piston en pouces}}{16}$.

— Glasgow : On fait le carré du diamètre du piston exprimé en pouces et on efface le chiffre des unités.

Valeurs moyennes du coefficient K pour des machines de terre en bon état ordinaire d'entretien.

| | *Force de la machine.* | *Valeur de* K. |
|---|---|---|
| Machines sans détente ni condensation... | de 4 à 8 chevaux. | 0.61 |
| | de 10 à 20 id. | 0.71 |
| | de 30 à 50 id. | 0.79 |
| | de 60 à 100 id. | 0.85 |
| Machines à condensation sans détente.... | de 4 à 8 id. | 0.60 |
| | de 10 à 20 id. | 0.67 |
| | de 30 à 50 id. | 0.73 |
| | de 60 à 100 id. | 0.78 |
| Machines à détente sans condensation... | de 4 à 8 id. | 0.45 |
| | de 10 à 20 id. | 0.58 |
| | de 30 à 50 id. | 0.70 |
| | de 60 à 100 id. | 0.81 |
| Machines à détente et à condensation.... | de 4 à 8 id. | 0.41 |
| | de 10 à 20 id. | 0.52 |
| | de 30 à 50 id. | 0.63 |
| | de 60 à 100 id. | 0.74 |

*Table du travail de la vapeur avec détente et sans détente.*

| VALEUR de $\frac{C}{c}$ | POINT de la course totale du piston auquel ladetente com-mence. | TRAVAIL dû à la détente seule, le travail à pleine vapeur étant 1. | TRAVAIL total, le travail à pleine vapeur étant 1. | RAPPORT du travail total avec la détente au travail total sans détente pendant la course complète. | VALEUR de $\frac{C}{c}$ | POINT de la course totale du piston auquel la détente com-mence. | TRAVAIL dû à la détente seule, le travail à pleine vapeur étant 1. | TRAVAIL total, le travail à pleine vapeur étant 1. | RAPPORT du travail total avec la détente au travail total sans detente pendant la course complète. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| 100.000 | 0.01 | 4.6052 | 5.6052 | 0.056 | 1.9607 | 0.51 | 0.6738 | 1.6733 | 0.854 |
| 50.000 | 0.02 | 3.9120 | 4.9120 | 0.098 | 1.923 | 0.52 | 0.6539 | 1.6539 | 0.860 |
| 33.333 | 0.03 | 3.5066 | 4.5066 | 0.135 | 1.8867 | 0.53 | 0.6348 | 1.6348 | 0.866 |
| 25.000 | 0.04 | 3.2189 | 4.2189 | 0.179 | 1.8518 | 0.54 | 0.6162 | 1.6162 | 0.873 |
| 20.000 | 0.05 | 2.9958 | 3.9958 | 0.200 | 1.818 | 0.55 | 0.5978 | 1.5978 | 0.879 |
| 16.666 | 0.06 | 2.8134 | 3.8134 | 0.229 | 1.7857 | 0.56 | 0.5798 | 1.5798 | 0.885 |
| 14.285 | 0.07 | 2.6703 | 3.6703 | 0.257 | 1.754 | 0.57 | 0.5621 | 1.5621 | 0.890 |
| 12.500 | 0.08 | 2.5257 | 3.5257 | 0.282 | 1.724 | 0.58 | 0.5447 | 1.5447 | 0.896 |
| 11.111 | 0.09 | 2.4080 | 3.4080 | 0.307 | 1.695 | 0.59 | 0.5276 | 1.5276 | 0.901 |
| 10.000 | 0.10 | 2.3026 | 3.3026 | 0.330 | 1.666 | 0.60 | 0.5108 | 1.5108 | 0.906 |
| 9.090 | 0.11 | 2.2073 | 3.2073 | 0.353 | 1.639 | 0.61 | 0.4943 | 1.4943 | 0.912 |
| 8.333 | 0.12 | 2.1203 | 3.1203 | 0.374 | 1.6129 | 0.62 | 0.4780 | 1.4780 | 0.916 |
| 7.692 | 0.13 | 2.0400 | 3.0400 | 0.389 | 1.587 | 0.63 | 0.4620 | 1.4620 | 0.921 |
| 7.143 | 0.14 | 1.9661 | 2.9661 | 0.415 | 1.564 | 0.64 | 0.4460 | 1.4460 | 0.925 |
| 6 666 | 0.15 | 1.8971 | 2.8971 | 0.435 | 1.538 | 0.65 | 0.4307 | 1.4307 | 0.9299 |
| 6.250 | 0.16 | 1 8326 | 2.8326 | 0.453 | 1.515 | 0.66 | 0.4155 | 1.4155 | 0 9342 |
| 5.882 | 0.17 | 1.7720 | 2.7720 | 0.471 | 1.4925 | 0.67 | 0.4012 | 1.4012 | 0.9388 |
| 5.555 | 0.18 | 1.7148 | 2.7148 | 0.489 | 1.4705 | 0.68 | 0.3853 | 1.3853 | 0.9420 |
| 5.263 | 0.19 | 1.6607 | 2.6607 | 0.506 | 1.449 | 0.69 | 0.3718 | 1.3718 | 0.9465 |
| 5.000 | 0.20 | 1.6094 | 2.6094 | 0.522 | 1.4285 | 0.70 | 0.3563 | 1.3563 | 0.9494 |
| 4.762 | 0.21 | 1.5607 | 2.5607 | 0.538 | 1.4084 | 0.71 | 0.3424 | 1.3424 | 0.9531 |
| 4.545 | 0.22 | 1.5207 | 2.5207 | 0.555 | 1.3888 | 0.72 | 0.3284 | 1.3284 | 0.9564 |
| 4.347 | 0.23 | 1.4697 | 2.4697 | 0.569 | 1.3698 | 0.73 | 0.3147 | 1.3147 | 0.9597 |
| 4.166 | 0.24 | 1.4271 | 2.4271 | 0.583 | 1.3513 | 0.74 | 0.3011 | 1.3011 | 0.9628 |
| 4.000 | 0.25 | 1.3863 | 2.3863 | 0.597 | 1.333 | 0.75 | 0.2877 | 1.2877 | 0.9658 |
| 3.846 | 0.26 | 1.3471 | 2.3471 | 0.610 | 1.3157 | 0.76 | 0.2723 | 1.2723 | 0.9669 |
| 3.703 | 0.27 | 1.3093 | 2.3093 | 0.624 | 1.2985 | 0.77 | 0.2614 | 1.2614 | 0.9713 |
| 3.571 | 0.28 | 1.2730 | 2.2730 | 0.636 | 1.282 | 0.78 | 0.2466 | 1.2466 | 0.9723 |
| 3.448 | 0.29 | 1.2378 | 2.2378 | 0.649 | 1.2658 | 0.79 | 0.2357 | 1.2357 | 0.9762 |
| 3.333 | 0.30 | 1.2040 | 2.2042 | 0.661 | 1.250 | 0.80 | 0 2231 | 1.2231 | 0.9785 |
| 3.225 | 0.31 | 1.1712 | 2.1712 | 0.673 | 1.2345 | 0.81 | 0.2107 | 1.2107 | 0.9807 |
| 3.125 | 0.32 | 1.1394 | 2.1394 | 0.685 | 1.2195 | 0.82 | 0.1984 | 1.1984 | 0.9827 |
| 3.0303 | 0.33 | 1.1087 | 2.1087 | 0.696 | 1.2048 | 0.83 | 0.1863 | 1.1863 | 0.9846 |
| 2.941 | 0.34 | 1.0788 | 2.0788 | 0.707 | 1.1904 | 0.84 | 0.1743 | 1.1743 | 0.9864 |
| 2.857 | 0.35 | 1.0498 | 2.0498 | 0.717 | 1.176 | 0.85 | 0.1625 | 1.1625 | 0.9881 |
| 2.777 | 0.36 | 1.0217 | 2.0217 | 0.729 | 1.1627 | 0.86 | 0.1507 | 1.1507 | 0.9896 |
| 2.702 | 0.37 | 0.9943 | 1.9943 | 0.738 | 1.149 | 0.87 | 0.1392 | 1.1392 | 0.9911 |
| 2.631 | 0.38 | 0.9676 | 1.9676 | 0.748 | 1.136 | 0.88 | 0.1278 | 1.1278 | 0.9925 |
| 2.564 | 0.39 | 0.9416 | 1.9416 | 0.757 | 1.1236 | 0.89 | 0.1164 | 1.1164 | 0.9936 |
| 2.500 | 0.40 | 0.9163 | 1.9163 | 0.767 | 1.111 | 0.90 | 0.1054 | 1.1054 | 0.9949 |
| 2.439 | 0.41 | 0.8917 | 1.8917 | 0.776 | 1.0989 | 0.91 | 0.0943 | 1.0943 | 0.9959 |
| 2.3809 | 0.42 | 0.8674 | 1.8674 | 0.784 | 1.0869 | 0.92 | 0.0833 | 1.0833 | 0.9966 |
| 2.325 | 0.43 | 0.8440 | 1.8440 | 0.793 | 1.075 | 0.93 | 0.0725 | 1.0725 | 0.9974 |
| 2.272 | 0.44 | 0.8209 | 1.8209 | 0.801 | 1.0638 | 0.94 | 0.0618 | 1.0618 | 0.9981 |
| 2.222 | 0.45 | 0.7985 | 1.7985 | 0.810 | 1.0526 | 0.95 | 0.0513 | 1.0513 | 0.9987 |
| 2.173 | 0.46 | 0.7765 | 1.7765 | 0.817 | 1.0416 | 0.96 | 0.0408 | 1.0408 | 0.9992 |
| 2.127 | 0.47 | 0.7550 | 1.7550 | 0.825 | 1.0309 | 0.97 | 0.0307 | 1.0307 | 0.9998 |
| 2.083 | 0.48 | 0.7340 | 1.7340 | 0.832 | 1.020 | 0.98 | 0.0202 | 1.0202 | 0.9999 |
| 2.0408 | 0.49 | 0.7133 | 1.7133 | 0.840 | 1.010 | 0.99 | 0.0110 | 1.0110 | 1.0000 |
| 2.000 | 0.50 | 0.6932 | 1.6932 | 0.846 | 1.00 | 1.00 | 0 0011 | 1.0010 | 1.0000 |

*Tableau de concordance de la mesure de la pression de la vapeur en Angleterre avec celle de la même mesure en France.*

| PRESSION en livres anglaises par pouce carré. L. | PRESSION en atmosphères. A. | PRESSION en kilogrammes sur un centimètre carré. K. | PRESSION en centimètres de mercure. P. | PRESSION en livres anglaises par pouce carré. L. | PRESSION en atmosphères. A. | PRESSION en kilogrammes sur un centimètre carré. K. | PRESSION en centimètres de mercure. P. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | k. | | | | k. | |
| 1 | 0.068 | 0.07040 | 5.18 | 26 | 1.772 | 1.83030 | 134.68 |
| 1.5 | 0.102 | 0.10559 | 7.77 | 26.5 | 1.806 | 1.86550 | 137.27 |
| 2 | 0.136 | 0.14079 | 10.36 | 27 | 1.840 | 1.90070 | 139.86 |
| 2.5 | 0.170 | 0.17599 | 12.95 | 27.5 | 1.874 | 1.93590 | 142.45 |
| 3 | 0.204 | 0.21119 | 15.54 | 28 | 1.908 | 1.97109 | 145.04 |
| 3.5 | 0.238 | 0.24639 | 18.13 | 28.5 | 1.942 | 2.00629 | 147.63 |
| 4 | 0.272 | 0.28158 | 20.72 | 29 | 1.976 | 2.04149 | 150.22 |
| 4.5 | 0.306 | 0.31678 | 23.31 | 29.5 | 2.010 | 2.07669 | 152.81 |
| 5 | 0.340 | 0.35198 | 25.90 | 30 | 2.044 | 2.11189 | 155.40 |
| 5.5 | 0.375 | 0 38718 | 28.49 | 30.5 | 2.078 | 2.14708 | 157.99 |
| 6 | 0.409 | 0.42238 | 31.08 | 31 | 2.113 | 2.18228 | 160.58 |
| 6.5 | 0.443 | 0.45758 | 33.67 | 31.5 | 2.147 | 2.21748 | 163.17 |
| 7 | 0.477 | 0.49277 | 36.26 | 32 | 2.181 | 2.25268 | 165.76 |
| 7.5 | 0.511 | 0.52797 | 38.85 | 32.5 | 2.215 | 2.28788 | 168.35 |
| 8 | 0.545 | 0.56317 | 41.44 | 33 | 2.249 | 2.32307 | 170.94 |
| 8.5 | 0.579 | 0.59837 | 44.03 | 33.5 | 2.283 | 2.35827 | 173.53 |
| 9 | 0.613 | 0.63357 | 46.62 | 34 | 2.317 | 2.39347 | 176.12 |
| 9.5 | 0.647 | 0.66876 | 49.21 | 34.5 | 2.351 | 2.42867 | 178.71 |
| 10 | 0.681 | 0.70396 | 51 80 | 35 | 2.385 | 2.46387 | 181.30 |
| 10.5 | 0.715 | 0.73916 | 54.39 | 35.5 | 2.419 | 2.49906 | 183.89 |
| 11 | 0.749 | 0.77436 | 56.98 | 36 | 2.453 | 2.53426 | 186.48 |
| 11.5 | 0.783 | 0.80956 | 59.57 | 36.5 | 2.487 | 2.56946 | 189.07 |
| 12 | 0.818 | 0.84475 | 62.16 | 37 | 2.522 | 2.60466 | 191.66 |
| 12.5 | 0.851 | 0.87995 | 64.75 | 37.5 | 2.556 | 2.63986 | 194.25 |
| 13 | 0.886 | 0.91515 | 67.34 | 38 | 2.590 | 2.67506 | 196.84 |
| 13.5 | 0.920 | 0.95035 | 69.93 | 38.5 | 2.624 | 2.71025 | 199.43 |
| 14 | 0.954 | 0.98555 | 72.52 | 39 | 2.658 | 2.74545 | 202.02 |
| 14.5 | 0.988 | 1.02074 | 75.11 | 39.5 | 2.692 | 2.78065 | 204.61 |
| 15 | 1.022 | 1.05594 | 77.70 | 40 | 2.726 | 2.81585 | 200.581 |
| 15.5 | 1.056 | 1.09114 | 80.29 | 40.5 | 2.760 | 2.85105 | 203.088 |
| 16 | 1.090 | 1.12634 | 82.88 | 41 | 2.794 | 2.88624 | 205.595 |
| 16.5 | 1.124 | 1.16154 | 85.47 | 41.5 | 2.828 | 2.92144 | 208.102 |
| 17 | 1.158 | 1.19674 | 88.06 | 42 | 2.862 | 2.95664 | 210.610 |
| 17.5 | 1.192 | 1.23193 | 90.65 | 42.5 | 2.896 | 2.99184 | 213.117 |
| 18 | 1.226 | 1.26713 | 93.24 | 43 | 2.931 | 3.02704 | 215.624 |
| 18.5 | 1.260 | 1.30233 | 95.83 | 43.5 | 2.965 | 3.06223 | 218.131 |
| 19 | 1.295 | 1.33753 | 98 42 | 44 | 2.999 | 3.09743 | 220.639 |
| 19.5 | 1.329 | 1.37273 | 101.01 | 44.5 | 3.033 | 3.13263 | 223.146 |
| 20 | 1.363 | 1.40792 | 103.60 | 45 | 3.067 | 3.16783 | 225.653 |
| 20.5 | 1.397 | 1.44312 | 106.19 | 45.5 | 3.101 | 3.20303 | 228.161 |
| 21 | 1.431 | 1.47832 | 108.78 | 46 | 3.135 | 3.23822 | 230.668 |
| 21.5 | 1.465 | 1.51352 | 111.37 | 46.5 | 3.169 | 3.27342 | 233.175 |
| 22 | 1.499 | 1.54872 | 113 96 | 47 | 3.203 | 3.30862 | 235.682 |
| 22.5 | 1.533 | 1.58391 | 116.55 | 47.5 | 3.237 | 3.34382 | 238.189 |
| 23 | 1.567 | 1.61911 | 119.14 | 48 | 3.271 | 3.37902 | 240.697 |
| 23.5 | 1.601 | 1.65431 | 121.73 | 48.5 | 3.305 | 3.41422 | 243.204 |
| 24 | 1.636 | 1.68951 | 124.32 | 49 | 3.339 | 3.44941 | 245.711 |
| 24.5 | 1.669 | 1.72471 | 126.91 | 49.5 | 3.374 | 3.48461 | 248.219 |
| 25 | 1.703 | 1.75990 | 129.50 | 50 | 3.408 | 3.51981 | 250.726 |
| 25.5 | 1.738 | 1.79510 | 132.09 | | | | |

# DOUBLER LA PUISSANCE DE LA VAPEUR

## SANS AUGMENTER LA QUANTITÉ DE COMBUSTIBLE EMPLOYÉ

### EST-CE POSSIBLE?

Tel est le titre d'un travail dû à M. Ch. Ewbank, et que nous communique un de nos correspondants de New-York.

Bien que la conclusion de ce travail semble indiquer qu'il a été écrit surtout dans le but de faire ressortir le mérite d'un système récemment breveté, nous croyons devoir reproduire la communication qui nous est faite, parce qu'elle renferme des considérations générales d'une très-grande justesse, et que d'ailleurs le problème de l'économie du combustible dans la production de la vapeur est une question à l'ordre du jour.

(*Note du Comité de rédaction.*)

« De même que pour réaliser des progrès dans les arts nous devons appliquer, d'une manière rationnelle et étendue, les procédés employés d'abord empiriquement et partiellement, il devient souvent indispensable de recourir aux lois fondamentales dans les applications de la science à l'industrie. C'est parce qu'on a négligé de remonter à ces lois, que des erreurs s'accréditent et que ces erreurs s'enracinent au point qu'elles sont reçues comme des vérités, et que les affirmations de ceux qui veulent les combattre ne sont accueillies qu'avec défiance. Il en a toujours été ainsi dans le passé, il en sera toujours ainsi dans l'avenir..

« Ainsi, en ce qui concerne le sucre de betteraves et le sucre de cannes, un auteur affirme que le jus de canne contient en cristaux saccharins le double de la quantité que l'on en extrait, et que dans les premières opérations on perd autant de sucre qu'il en arrive au marché. Sans s'arrêter sur d'autres exemples de déchets analogues, la même chose peut être dite d'un produit bien plus important pour l'industrie et pour le monde entier que les plantes saccharifères : je veux parler de *la force de la vapeur*..

« La machine à haute pression ou sans condensation est considérée généralement comme la représentation de cette force, et, chose étrange, *le fluide contient positivement le double de la quantité de puissance que les meilleures de ces machines en tirent ou pourront jamais en tirer*..

« Si les travailleurs du siècle dernier sont surtout critiqués par nous pour avoir maladroitement gaspillé les matériaux dont ils se servaient, que ne dira-t-on pas, dans le siècle prochain, de nous qui, après avoir obtenu par des appareils coûteux la plus importante des forces motrices, la laissons échapper dans l'eau, dans les égouts ou dans l'air, lorsqu'elle possède encore la moitié de sa puissance, et qui rejetons comme une vile épave une valeur dans laquelle il n'y a pas un atome d'alliage à rebuter? Bien que nous soyons expérimentés et prudents en beaucoup de choses, on dira certainement que nous n'étions pas économes justement dans l'emploi de ce qui donne de la valeur à toutes les matières premières..

« Mais n'y a-t-il pas des ingénieurs qui nient qu'une force d'une semblable importance se perde en vapeur inutile? Oui, il y en a, et c'est même l'opinion de la plupart de ceux avec qui je me suis trouvé en rapport; et cependant pour d'autres il est clair comme le jour que cette évaluation de la perte, loin d'être une exagéra-

tion, est de beaucoup *au-dessous* de la vérité. Sans doute l'opinion des hommes pratiques mérite d'être prise en considération ; mais ici il faut tenir compte d'expériences décisives et des lois naturelles, et non pas s'appuyer sur des opinions humaines et sujettes à l'erreur. Souvent la vérité reste obscure, parce qu'on semble croire que la chose ne vaut pas la peine qu'on se donnerait pour l'éclaircir. Mais ici, dans une question d'une semblable importance pour le progrès de la civilisation, il semble qu'il ne devrait pas rester une heure d'incertitude. Aussi ne doit-il pas en être ainsi.

« Les propositions qui vont suivre renferment toute la question, et nous pensons que les considérations dans lesquelles nous allons entrer suffiront amplement à leur démonstration.

« 1° Dans tous les cas il reste dans la vapeur d'échappement *autant* de force qu'il en a été appliqué sur le piston, quelque grande qu'ait pu être cette dernière ;

« 2° Dans la plupart des cas on pourrait en obtenir *plus de force*, et dans quelques cas le *double de force*.

« Comme ce mémoire s'adresse encore à d'autres qu'aux hommes pratiques, quelques observations préliminaires ne seront pas superflues, d'autant plus que si la connaissance de la machine à vapeur entre aujourd'hui dans le programme des études, il y a peu de personnes qui l'étudient sérieusement *à l'intérieur*, et les idées généralement reçues ne dépassent guère les notions extérieures concernant ces appareils et leurs mouvements. Cet état de choses n'a plus de raison d'être, puisque tout ce qui offrait de l'incertitude à propos de la vapeur s'éclaircit lorsqu'on veut regarder attentivement l'intérieur de la machine, ce que toute personne douée d'une intelligence ordinaire peut parfaitement faire.

« Les propriétés de la vapeur sont aussi palpables, aussi tangibles que celles des autres corps. On la pèse dans les mêmes balances, et ses quantités sont déterminées avec les mêmes mesures que les liquides et les solides. Une livre de vapeur est une livre d'eau vaporisée. La manière d'employer les mesures est un peu différente, mais elle n'est ni moins juste, ni moins correcte. Ainsi un vaisseau contenant un pied cube d'eau doit être vidé et rempli de nouveau pour obtenir un volume d'eau donné, tandis qu'avec la vapeur plusieurs pieds cubes peuvent être contenus dans l'espace d'un seul : leur nombre est indiqué par la pression, puisque la pression et le nombre sont deux quantités corrélatives l'une par rapport à l'autre.

« Lorsque le volume s'accroît, la pression diminue et *vice versa*, le poids restant le même. Le plus petit volume peut contenir le plus grand. Ainsi, 5 pieds cubes à la pression de 40 livres par pouce contiennent 10 pieds à la pression de 20 livres, ou 20 pieds à 10 livres de pression, et ce sont là trois équivalents en dépense, poids, volume et puissance.

« Nous insistons sur ces remarques pour faire ressortir cette vérité, imparfaitement connue, que la force de la vapeur ne s'accroît que par l'augmentation de sa *quantité*, exactement comme on obtient plus de chaleur en consommant plus de combustible, plus de lumière en brûlant davantage de gaz, et comme on augmente la force d'un canon en augmentant la quantité de poudre contenue dans la charge : donc, pour doubler ou tripler la force de la vapeur dans une chaudière, il faut doubler ou tripler la quantité de vapeur qui doit y être formée, parce qu'il n'existe aucun moyen d'augmenter la force intrinsèque du fluide.

« On pense fort peu à l'atmosphère comme source de force mécanique, et l'on s'en préoccupe encore moins comme récipient de toutes les forces, comme réservoir récepteur et réagissant de la nature. Milieu parfaitement élastique elle atténue les effets les plus violents et ressent les plus faibles. On utilise une faible partie des forces naturelles, et sans parler de celles du vent, si la vapeur que produisent incessamment les applications faites par l'homme de la chaleur à l'eau était condensée



sous des pistons, elle produirait une force égale en puissance aux efforts musculaires de plusieurs millions d'hommes et de chevaux. La génération actuelle est responsable de cette déperdition irréfléchie de force productive. Et ici je ne fais même pas allusion à la vapeur qui s'échappe de nos demeures et de nos ateliers; mais je veux parler de ce que laissent se perdre des machines motrices, d'une manière toute improductive, ceux-là même dont la profession consiste à appliquer utilement les forces, ceux-là même dont le génie apparaît le mieux lorsqu'ils les économisent. Quelle conclusion doit-on tirer de ce fait, que nous utilisons la force d'expansion d'un volume d'eau en 1750 volumes de vapeur, alors que nous négligeons la force par laquelle les 1700 volumes retournent en un volume d'eau? Quelle autre conclusion que celle ou qu'on ignore ou qu'on néglige cette vérité, que la force négative dans les fluides est égale à leur force positive?.

« Tout le monde à peu près sait que chaque coup de piston d'une machine à haute pression amène l'échappement dans l'atmosphère d'une quantité de vapeur égale à la contenance du cylindre, et qu'il ne s'en perd qu'une très-petite quantité dans le passage par le cylindre à cause de la rapidité des coups de piston et de la haute température du fluide. Maintenant, chaque bouffée de la vapeur qui s'échappe contient-elle, *oui ou non*, une quantité de puissance égale à celle qui agit sur le piston? En d'autres termes, la vapeur qui redevient eau ne perd-elle pas également la puissance qu'elle avait acquise en sortant de l'eau, et cela aussi complétement qu'un poids qui tombe rend le travail qu'il a fallu faire pour l'élever? La réponse est faite d'avance, car la question n'est qu'un appel à la loi qui gouverne toutes les formes de la force, tous les modes d'application, la loi fondamentale de l'action et de la réaction.

« D'après cette loi, les deux forces sont absolument et inévitablement égales. Il est impossible que l'une soit moindre que l'autre. Ce sont de simples contractions et expansions équivalentes les unes des autres.

« Prenons un exemple : Une machine à haute pression a un piston d'une surface de 50 pouces carrés et travaille sous l'action de la vapeur, par exemple à 60 livres de pression par pouce, soit de $50 \times 60 = 3{,}000$ livres de pression de vapeur. Maintenant, si ce fluide au lieu d'être lancé dans l'atmosphère était condensé sous un autre piston, il produirait exactement le même résultat : ainsi, la vapeur à 60 livres de pression contient 4 volumes de vapeur ordinaire, et pourrait se dilater de manière à remplir un cylindre avec un piston de 200 pouces de surface, les deux cylindres ayant la même longueur; ainsi cette condensation produirait une pression *atmosphérique* de $200 \times 15 = 3{,}000$ livres. Voilà pour la première proposition.

« On pourrait supposer que la seconde proposition est en contradiction avec la première, mais ceci est plus apparent que réel. La vapeur ordinaire qui remplit un cylindre ne *possède pas* de force d'expansion ni d'action directe sur le piston, mais elle suffit pour produire le vide requis, de manière que, pendant que les deux forces sont théoriquement égales, en pratique c'est la force de contraction qui produit le plus d'effet. *Une plus grande force — quinze livres de plus* par pouce carré *— est obtenue en condensant la vapeur à deux atmosphères* ou davantage, que par son action directe, parce que la force d'expansion doit vaincre la résistance de l'atmosphère et perd ainsi (perte ou dépense sans compensation) 15 livres par pouce, tandis que la force de contraction, gagne cette différence.

« C'est ainsi que des machines travaillant à la pression de 30 livres, ou deux atmosphères, produisent seulement l'effet d'une seule atmosphère. Avec 60 livres de pression la force produite est de 45; avec 90 livres, elle est de 75, et ainsi de suite.

« Aussi les mots de la deuxième proposition *dans presque tous les cas* pourraient être changés en ceux *dans tous les cas*, et les mots *dans quelques cas* néces-



sitent à peine une explication. Une machine avec un piston de 50 pouces de surface et employant 30 livres de vapeur, n'a qu'une force effective de 15 livres, ce qui donne 50 × 15 = 750 livres de pression; mais la même vapeur condensée sous un piston de 100 pouces de surface, produirait le double par suite de la pression atmosphérique, soit 100 × 15 = 1,500 livres.

« On dira peut-être que ce n'est pas là une découverte nouvelle. Soit; mais c'est une grande vérité que jusqu'ici on a négligée, ou dont on a eu le tort de ne pas apprécier la valeur. Qu'on l'adopte, qu'on l'applique, et l'on trouvera qu'elle est bien plus profitable par les résultats que les nombreuses spéculations faites d'après les errements ordinaires.

« Que faut-il dépenser pour réaliser cette économie, c'est-à-dire pour ne pas perdre inutilement cette quantité de vapeur?

« Comme on estime que la force produite par une machine à haute pression a une valeur plus grande que le combustible qu'elle coûte, une augmentation équivalente de cette force devrait être considérée comme obtenue à bon marché à dépense égale. Mais bien mieux : on peut obtenir cette augmentation à beaucoup meilleur marché encore, puisque l'eau froide coûte bien moins cher que du charbon. *La dépense consiste dans l'emploi de ce qu'on peut généralement se procurer pour rien.*

« Refuser l'avantage offert, c'est préférer des résultats partiels coûtant cher, à des résultats complets coûtant beaucoup moins; aussi lorsqu'il sera généralement reconnu que la force de la réaction est supérieure à la force d'expansion, on cessera certainement de la négliger, et lorsqu'on fera usage d'un condenseur séparé, on reconnaîtra qu'il devient opportun de reviser le jugement qui a laissé tomber en désuétude la machine de Newcomen.

« Économiser la puissance de la vapeur, c'est économiser ce qui vaut plus que l'argent ou l'or. Cette économie est une vertu : perdre inutilement cette force, c'est un crime. Disons plus : cette économie doit exercer son action sur le bien-être des nations; leur grandeur comme leur déclin peuvent en être influencés. Cette question d'économie a un rapport intime et direct avec une autre question qui préoccupe d'une manière très-sérieuse les hommes d'État de l'Europe : la perspective de l'épuisement des gîtes carbonifères de l'Angleterre. La dépense nécessitée par la production de la vapeur dans le monde entier est énorme, et cette dépense va toujours croissant. Perdre la moitié de la force produite, c'est perdre la moitié du combustible; économiser de la vapeur, c'est épargner la moitié de la houille qui doit la produire.

« Et pour tout dire, 50 p. 100 c'est moins que ce qui devrait être économisé. Nous avons dit en commençant que la vapeur contient plus du double de la force qui résulte de son action directe, et nous pouvons ajouter maintenant que ce n'est guère qu'*un tiers* qu'on a utilisé jusqu'ici par les machines à condenseur ou sans condenseur. Ce fait, qui paraîtra incroyable à la majorité des lecteurs, est cependant incontestable. (Voir le *Journal du Franklin Institut*, juillet 1865.)

« Il y a encore bien plus : c'est qu'alors même que nous croyons faire un grand progrès en utilisant le plus possible la vapeur produite, nous sommes encore arriérés d'une façon pitoyable. Il est démontré que 90 p. 100 de chaleur sont perdus dans la vapeur qui s'échappe. L'observateur le plus superficiel peut se convaincre qu'il en est ainsi, puisque le contact du fluide avec le piston n'est que momentané pendant le passage de la vapeur au tuyau d'échappement. Ainsi, chaque parcelle de vapeur, si je puis m'exprimer ainsi, ou chaque particule perdue, constitue une perte de force, et pour éviter cette perte de force, chaque particule doit être liquéfiée *dans les machines* où la force et la vapeur vivent et cessent d'exister ensemble.

« Le système proposé pour utiliser toute la puissance de la vapeur consiste principalement dans l'addition d'un cylindre atmosphérique au cylindre à vapeur, la



contenance du premier devant être égale à autant de fois la contenance du cylindre à vapeur, que la pression de la vapeur employée, exprimée en atmosphère, dépasse la pression atmosphérique. Ce système est décrit dans le brevet anglais et les figures qui l'acompagnént, pris par M. Benjamin Laurence (17 mars 1865), sous le titre de patente pour l'augmentation de la puissance mécanique de la vapeur comme force motrice..

« New-York, 5 juin 1866.

« THOMAS EWBANK. »

Dans notre prochaine livraison, nous donnerons quelques détails sur le brevet de M. B. Laurence.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## AGRICULTURE.

---

# QUESTION DE LA DÉNATURATION DU SEL.

---

Nous recevons d'un de nos collaborateurs, M. Pouriau, la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Le N° du *Journal de l'Agriculture* (20 juillet) renferme un article de M. Nicklès sur la dénaturation du sel destiné à l'agriculture, article dans lequel je lis la note suivante, page 53 :

« Ce travail était déjà sous presse quand nous eûmes connaissance des mélanges « dénaturants proposés par M. Pouriau, dans les *Annales du Génie civil* du mois de « mai 1866. (Suivent les formules.)

« Aucun de ces mélanges ne résiste à la torréfaction; le produit, nullement dé- « sagréable au goût, est du sel coloré par l'oxyde de fer. »

M. Nickès ayant cru pouvoir juger en deux lignes les résultats de recherches qui m'ont demandé, avec la collaboration dévouée de M. Velter, mon répétiteur à Grignon, près de 4 mois de travail, je me vois obligé de protester contre l'appréciation ci-dessus, en vous priant, Monsieur le Directeur, de vouloir bien insérer ma réponse dans votre prochain numéro des *Annales du Génie civil.*

La première formule de dénaturation à laquelle nous nous sommes arrêtés, M. Velter et moi, est la suivante :

*Pour 100 kilos de sel à dénaturer.*

2 kilos de sulfate de fer (couperose verte).

1/2 litre pyrolignite de fer à 4° B.

2 à 3 litres d'eau chaude pour dissoudre le sulfate;

Et nous avons essayé de démontrer que cette formule, tout en atteignant le but proposé, était préférable à toutes celles indiquées jusqu'ici, parce que le mélange satisfaisait aux conditions suivantes :

1° *Modicité du prix de revient*; 2° *facilité de dénaturation*; 3° *innocuité pour le bétail*; 4° *mélange impropre à la consommation par l'homme*; 5° *impossibilité d'une révivification économique.*

Or, sur ce dernier point, nous nous exprimions ainsi : La révivification économique du sel ainsi dénaturé est impossible, parce qu'elle nécessite forcément les trois opérations suivantes :

1° *Grillage du mélange;* 2° *lixiviation et filtration*; 3° *évaporation de la lessive.*

Nous aurions pu nous contenter de cette première formule; mais l'expérience en grand nous ayant appris que l'odeur empyreumatique du pyrolignite, comme celle du goudron, inspire quelquefois une certaine répugnance aux animaux, lorsque le sel dénaturé avec ces substances leur est donné en nature et non mélangé aux aliments, nous avons cru devoir indiquer une seconde mixtion dont la base est toujours le *sulfate de fer*, mais dans laquelle le *pyrolignite* est remplacé par le *rouge de Prusse.*

Cette seconde formule est :

*Pour 100 kilos de sel à dénaturer.*

| | |
|---|---|
| Sulfate de fer . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 kilog. |
| Rouge de Prusse. . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 kil. 250. |
| Eau . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 litres |

Telles sont les deux formules indiquées dans notre mémoire et dont la valeur est appréciée par M. Nicklès dans les termes cités plus haut.

A cette appréciation je répondrai :

Il est vrai qu'après la torréfaction de ces deux mélanges, le produit rouge obtenu peut être introduit dans la marmite (par des cuisinières peu scrupuleuses, comme le dit M. Nicklès), mais dans tous les cas, comme il souillerait un grand nombre de mets auxquels on essayerait de l'incorporer comme condiment, la consommation du sel ainsi torréfié serait extrêmement limitée.

En dehors de cette circonstance toute spéciale, nous persistons à penser que nos deux formules atteignent le but proposé, qu'elles sont préférables à toutes celles parvenues jusqu'ici à notre connaissance, sans en excepter celles indiquées par M. Nicklès et dont nous allons nous permettre de discuter l'efficacité et surtout la supériorité sur les nôtres.

Les mélanges proposés par M. Nicklès sont les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| N° 1. | Sulfate de soude. . . . . . . . . . . . | 3 kilog. |
| | Pyrolignite de fer à 4° B. . . . . . . . . | 1 — |
| N° 2. | Goudron. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 kilog. |
| | Sulfate de soude. . . . . . . . . . . . | 3 — |
| N° 3. | Pyrolignite de fer à 4° B. . . . . . . . . | 1/2 kilog. |
| | Sulfate de fer . . . . . . . . . . . . . | 2 — |
| | Sulfate de soude. . . . . . . . . . . . | 2 — |

Après torréfaction, que deviennent ces mélanges? Les deux premiers deviennent incolores ; le troisième reste coloré en *rouge,* comme ceux qui correspondent à nos deux formules.

Or, quelle supériorité M. Nicklès peut-il attribuer aux mélanges qu'il propose? Sans doute, celle de renfermer une petite quantité de *sulfate de soude* qui résiste à la torréfaction, et dont la saveur doit empêcher l'introduction du sel torréfié dans la marmite.

Cet empêchement est-il réel? Nous n'hésitons pas à répondre négativement, parce que l'expérience nous a démontré que l'incorporation de 2 à 3 p. 100 de sulfate de soude à du sel ordinaire ne modifiait pas, d'une manière appréciable, la saveur primitive du dernier composé, et ne saurait empêcher d'employer le mélange, après torréfaction, aux usages culinaires.

S'il en est ainsi, les mélanges (1) et (2) proposés par M. Nicklès sont tout à fait insuffisants, puisque, après torréfaction, les produits sont à peu près incolores. Quant au mélange (3), coloré en rouge après torréfaction, comme les deux proposés par nous, son emploi dans les usages culinaires est certainement plus difficile; mais, pourquoi en compliquer la formule par l'addition d'une quantité insignifiante de

sulfate de soude qui élève le prix de la dénaturation, sans communiquer au mélange aucun avantage réel?

Comparons maintenant les prix de revient de la dénaturation exécutée en suivant les formules de M. Nicklès ou les nôtres.

Pour faire cette comparaison, nous conserverons aux matières premières employées les prix précédemment indiqués dans notre mémoire, et qui sont ceux de la vente en gros.

*Pour 100 kil. de sel à dénaturer.*

| | Mélanges proposés PAR M. NICKLÈS. (20 juillet 1866.) | | | Mélanges proposés PAR MM. POURIAU ET WELTER. (15 avril 1866.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N° 1. | 3 kil. sulfate de soude | 0f | 45 | » | | |
| | 1 kil. pyrolignite de fer à 4° B. | 0 | 20 | | | |
| | Main-d'œuvre | 0 | 10 | | | |
| | | 0 | 75 | | | |
| N° 2. | 1/2 kil. pyrolignite de fer à 4° B. | 0 | 10 | 1/2 lit. pyrolignite de fer à 4° B. | 0f | 10 |
| | 2 kil. sulfate de fer | 0 | 32 | 2 kil. sulfate de fer | 0 | 32 |
| | 2 kil. sulfate de soude | 0 | 30 | Main-d'œuvre | 0 | 10 |
| | Main-d'œuvre | 0 | 10 | | | |
| | | 0 | 82 | | 0 | 52 |
| N° 3. | 2 kil. goudron | 0 | 20 | 2 kil. sulfate de fer | 0 | 32 |
| | 3 kil. sulfate de soude | 0 | 45 | 0k.250 rouge de Prusse | 0 | 10 |
| | Main-d'œuvre | 0 | 10 | Main-d'œuvre | 0 | 10 |
| | | 0 | 75 | | 0 | 52 |

La simple comparaison de ces chiffres fait voir immédiatement quels sont les procédés de dénaturation les plus économiques.

Enfin, nous terminerons cette réponse en faisant en quelques lignes l'historique de la question.

Le 4 mars 1866, le *Bélier,* journal d'agriculture de Nancy, annonçait que la Société d'agriculture de cette ville, considérant le procédé de dénaturation adopté en Prusse (1 kilog. d'absinthe et 250 grammes de peroxyde de fer mélangés à 100 kilog. de sel) comme peu coûteux, facile et suffisant pour rendre impossible la révivification du sel primitif (résultat des expériences faites par M. Nicklès), avait décidé qu'elle en proposerait l'emploi à Son Excellence M. le Ministre de l'agriculture en annexant à la pétition le rapport de M. Nicklès.

Le 15 avril, nous avions l'honneur de remettre à M. le Directeur de l'École de Grignon, un rapport détaillé destiné à être transmis à Son Excellence M. le Ministre. Dans ce rapport, dont un extrait a paru en mai dans les *Annales du Génie civil,* nous établissions que le procédé prussien était tout à fait insuffisant et en même temps trop coûteux, même lorsque l'on substituait à l'absinthe la gentiane dont le prix commercial est presque moitié moindre.

Après avoir décrit la série des expériences entreprises pour juger de l'efficacité des autres mixtions proposées antérieurement, nous terminions notre travail en indiquant deux formules de dénaturation dans lesquelles figuraient pour la première fois le sulfate[1] et le pyrolignite de fer.

1. L'article de M. Nicklès nous apprend que le sulfate de fer figure au nombre des mixtions acceptées par la loi belge, mais les documents adressés à Grignon par Son Excellence le Ministre ne faisaient nullement mention de cette substance.

Le pyrolignite qui nous fut livré par la maison Rousseau marquait 14° B, et ce n'est qu'après de nombreux tâtonnements que nous arrivâmes à adopter dans notre formule le chiffre 4° B comme correspondant au degré de concentration le plus convenable.

Le 20 juillet, a paru dans le *Journal de l'Agriculture* l'article de M. Nicklès. Dans ce travail, il est fait justice du *procédé prussien* et de tous ceux analogues; les mêmes moyens de révivification signalés dans notre mémoire figurent dans celui du savant professeur; enfin, l'auteur propose de nouvelles formules dans lesquelles entrent *le sulfate de fer* à la dose de 2 kilog., le *pyrolignite de fer à 4° B*, etc., et qui ne diffèrent de celles proposées par nous que par l'introduction dans le mélange de 2 à 3 kilog. de sulfate de soude.

Le peu d'efficacité de ce dernier sel pour empêcher la consommation particulière du mélange, après torréfaction, nous étant démontrée, nous ne pouvons que nous féliciter d'avoir proposé des formules qui diffèrent si peu de celles de M. Nicklès, tout en nous étonnant néanmoins que le savant professeur de Nancy ait cru devoir faire si peu de cas de résultats dont la publication avait précédé de deux mois l'insertion de son travail dans le *Journal d'Agriculture*.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur le Directeur, votre très-dévoué serviteur,

A. POURIAU,
Sous-Directeur et Professeur à l'École imperiale d'agriculture de Grignon.

---

# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES
## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Impression persistante de la lumière.** — M. l'abbé Laborde a présenté un mémoire concernant certains phénomènes d'optique.

« Lorsqu'un point lumineux, dit l'auteur, frappe le regard et qu'il disparaît tout à coup, la sensation qu'il a produite ne s'éteint pas subitement dans les yeux; et, d'après les recherches de quelques physiciens, elle y persiste pendant un tiers de seconde environ. De là tous ces phénomènes connus, que l'on explique par la persistance des impressions lumineuses.

« Je me suis demandé si dans la lumière blanche toutes les couleurs avaient le même degré de persistance, et pour étudier cette question, j'ai soumis la sensation de la lumière à une épreuve qui m'a présenté un fait extrêmement curieux. Ce fait pourrait démontrer que dans la lumière blanche les couleurs les plus réfrangibles sont plus persistantes que les autres, et, de plus, qu'elles agissent avant les autres; en sorte que l'organe de la vision décomposerait la lumière blanche en dispersant ses couleurs *sur différents temps*, de même que le prisme la décompose en dispersant ses couleurs *sur différents points*.

« Pour faire l'expérience, on reçoit la lumière du soleil sur un miroir qui la dirige horizontalement sur une fente pratiquée dans le volet d'une chambre obscure. Cette fente peut avoir 3 millimètres de large sur 6 de haut; tout près d'elle et au dedans de la chambre obscure, on place un disque de métal sur le contour duquel on a creusé des ouvertures qui correspondent à celle de la chambre obscure, et qui ont à peu près les mêmes dimensions. Ces ouvertures doivent être largement espacées. Un mouvement d'horlogerie fait tourner ce disque, et une pince, que l'on peut manœuvrer à distance, saisissant l'un des axes de la machine, permet à l'ob-



servateur de modérer ou d'accélérer le mouvement, et au besoin de l'arrêter tout à fait.

« Sur le trajet du rayon lumineux et à la distance d'un mètre environ, on place un verre dépoli, derrière lequel on se dispose à observer les modifications de la lumière; puis on met le disque en mouvement : le rayon lumineux se découvre et se cache lentement d'abord, et paraît alors uniformément blanc; mais lorsque ses apparitions se succèdent plus rapidement, les bords commencent à se teinter, et, avec des vitesses qui croissent progressivement, on voit la surface de l'image envahie successivement par les couleurs suivantes : bleu, vert, rose, blanc, vert, bleu. Après le dernier bleu et avec des vitesses toujours croissantes, on ne voit plus qu'une surface blanche.

« L'ensemble du phénomène n'appartient, comme on le voit, qu'à une certaine période dans les mouvements du disque. Je l'ai présenté dans sa plus grande simplicité; mais en réalité il est beaucoup plus compliqué... »

**Perturbation dans le mouvement des machines.** — Le déplacement des pièces du mécanisme des machines produit dans leur mouvement des perturbations importantes. En même temps il met en jeu les réactions des appuis ou des liaisons diverses de ces machines d'une manière fâcheuse et quelquefois dangereuse. Dans un mémoire présenté par M. Arnoux, il montre qu'on peut annuler ces perturbations dans la plupart des machines employées par l'industrie, au moyen de dispositions simples et en général praticables.

Le principe général de la solution est le suivant :

Dans une machine en mouvement, les pièces du mécanisme ne donneront lieu à aucune perturbation du mouvement et à aucune modification dans les réactions des appuis ou des liaisons de cette machine, si les forces accélératrices provenant de ces pièces se font constamment équilibre, c'est-à-dire si elles donnent lieu à une résultante nulle et à un couple résultant nul.

Cette condition qui est suffisante est en même temps nécessaire, et elle peut se traduire immédiatement dans les deux énoncés suivants :

1° Les quantités de mouvement provenant des pièces du mécanisme doivent donner lieu à une résultante constante, ou, ce qui revient au même, le mouvement relatif de leur centre de gravité doit être uniforme ;

2° Ces mêmes quantités de mouvement doivent donner un couple résultant constant autour d'un point animé de la vitesse générale de la machine.....

L'auteur entre ensuite dans des détails circonstanciés, pour montrer comment les règles qui se déduisent de ce principe général peuvent s'appliquer : 1° aux machines directes à un ou plusieurs cylindres; 2° aux machines à balancier; 3° aux machines oscillantes.

Le mémoire de M. Arnoux a été renvoyé à une commission composée de MM. Poncelet, Piobert, Morin, Combes et Delaunay.

**Nitroglycérine.** — L'emploi de la nitroglycérine a déjà donné lieu à un si grand nombre d'accidents, que nous considérons comme un devoir de reproduire tous les renseignements qui peuvent guider les chimistes dans la préparation de cette substance, afin de prévenir le retour de catastrophes déplorables; c'est dans ce but que nous publions une note d'une certaine étendue que M. Kopp a envoyée à l'Académie.

« Les propriétés fulminantes de la nitroglycérine $C^6H^5(NO^4)^3O^6$, et la relation d'expériences faites avec cette substance dans diverses localités de la Suède, de l'Allemagne et de la Suisse, ont engagé MM. Schmitt et Dietsch, propriétaires de grandes carrières de grès dans la vallée de la Zorn (Bas-Rhin), à en essayer également l'emploi dans leurs exploitations.



« Le succès a été assez complet, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la facilité et de la rapidité du travail, pour qu'on y ait abandonné au moins temporairement l'usage de la poudre, et que depuis environ six semaines on n'exploite plus ces carrières qu'à la nitroglycérine.

« Dès le début, nous avions pensé qu'il fallait préparer cette substance sur place; le transport, soit par navire, soit par chemin de fer, d'un composé aussi fulminant et d'une puissance si effrayante nous paraissait inadmissible; les grands malheurs arrivés à Aspinwal et à San-Francisco ont démontré que ces craintes étaient fondées, et que le transport de la nitroglycérine devrait être défendu d'une manière absolue.

« Après avoir étudié dans mon laboratoire, avec l'assistance de M. Keller, les divers procédés de préparation de la nitroglycérine (mélanges de glycérine avec acide sulfurique concentré et nitrates de potasse et de soude ou avec les acides nitriques de différentes concentrations), nous nous sommes arrêtés au mode de fabrication suivant, qui a été installé dans une cabane en bois, construite dans l'une des carrières.

« 1° *Préparation de la nitroglycérine.* — On commence par mélanger dans une tourille de grès, placée dans l'eau froide, de l'acide nitrique fumant à 46 ou 50 degrés Baumé avec le double de son poids d'acide sulfurique le plus concentré possible. (Ces acides sont préparés tout exprès à Dieuze et expédiés à Saverne.) D'un autre côté on évapore dans une marmite de la glycérine du commerce, mais qui doit être exempte de chaux et de plomb, jusqu'à ce qu'elle marque 30 à 31 degrés Baumé. Cette glycérine concentrée doit être sirupeuse après complet refroidissement.

« L'ouvrier verse ensuite 3300 grammes du mélange d'acides sulfurique et nitrique bien refroidi dans un ballon de verre (on peut employer aussi un pot de grès ou une capsule de porcelaine ou de grès) placé dans un baquet d'eau froide, et il y fait couler lentement, et en remuant constamment, 500 grammes de glycérine. Le point important est d'éviter un échauffement sensible du mélange qui déterminerait une oxydation tumultueuse de la glycérine avec production d'acide oxalique. C'est pour cette raison que le vase où s'opère la transformation de la glycérine en nitroglycérine doit être constamment refroidi extérieurement par de l'eau froide.

« Le mélange étant opéré bien intimement, on abandonne le tout pendant cinq à dix minutes, puis on verse le mélange dans cinq à six fois son volume d'eau froide, à laquelle on a préalablement imprimé un mouvement de rotation. La nitroglycérine se précipite très-rapidement sous forme d'une huile lourde, qu'on recueille par décantation dans un vase plus haut que large; on l'y lave une fois avec un peu d'eau, qu'on décante à son tour, puis on verse la nitroglycérine dans des bouteilles, et elle est prête à servir.

« Dans cet état, la nitroglycérine est encore un peu acide et aqueuse; mais cela est sans inconvénient, puisqu'elle est employée peu de temps après sa préparation et que ces impuretés ne l'empêchent nullement de détoner.

« 2° *Propriétés de la nitroglycérine.* — La nitroglycérine constitue une huile jaune ou brunâtre, plus lourde que l'eau, dans laquelle elle est insoluble, soluble dans l'alcool, l'éther, etc.

« Exposée à un froid même peu intense, mais prolongé, elle cristallise en aiguilles allongées. Un choc très-violent constitue le meilleur moyen pour la faire détoner. Son maniement est du reste très-facile et peu dangereux. Répandue à terre, elle n'est que difficilement inflammable par un corps en combustion, et ne brûle que partiellement; on peut briser sur des pierres un flacon renfermant de la nitroglycérine sans que cette dernière détone, elle peut être volatisée sans décompo-



sition par une chaleur ménagée; mais si l'ébullition devient vive, la détonation est imminente.

« Une goutte de nitroglycérine tombant sur une plaque en fonte moyennement chaude se volatilise tranquillement; si la plaque est rouge, la goutte s'enflamme immédiatement et brûle comme un grain de poudre sans bruit; mais si la plaque, sans être rouge, est assez chaude pour que la nitroglycérine entre immédiatement en ébullition, la goutte se décompose brusquement avec une violente détonation.

« La nitroglycérine, surtout lorsqu'elle est impure et acide, peut se décomposer spontanément au bout d'un certain temps, avec dégagement de gaz et production d'acide oxalique et glycérique.

« Il est probable que c'est à une pareille cause que sont dues les explosions spontanées de nitroglycérine dont les journaux nous ont fait connaître les effets désastreux. La nitroglycérine étant renfermée dans des bouteilles bien bouchées, les gaz produits par sa décomposition spontanée ne pouvaient se dégager; ils exerçaient donc une très-forte pression sur la nitroglycérine, et dans ces conditions le moindre choc et le plus léger ébranlement pouvaient déterminer l'explosion.

« La nitroglycérine possède une saveur à la fois sucrée, piquante et aromatique; c'est une substance toxique; en très-petites doses elle provoque de forts maux de tête. Sa vapeur produit des effets analogues, et cette circonstance pourrait bien être un obstacle à l'emploi de la nitroglycérine dans les galeries profondes des mines, où la vapeur ne peut se dissiper aussi aisément que dans les carrières à ciel ouvert.

« La nitroglycérine n'est point un composé nitré proprement dit, analogue à la nitro ou binitrobenzine ou aux acides mono, bi et trinitrophénisique. En effet, sous l'influence des corps réducteurs, tels que l'hydrogène naissant, l'hydrogène sulfuré, etc., la glycérine est remise en liberté, et les alcalis caustiques décomposent la nitroglycérine en nitrates et glycérine.

« 3° *Mode d'emploi de la nitroglycérine.*— Supposons qu'on veuille détacher une assise de roches. A $2^m,50$ à 3 mètres de distance du rebord extérieur, on fonce un trou de mine d'environ 5 à 6 centimètres de diamètre, et de 2 à 3 mètres de profondeur.

« Après avoir débarrassé le trou *grosso modo*, de boue, d'eau et de sable, on y verse au moyen d'un entonnoir de 1500 à 2000 grammes de nitroglycérine.

« On y fait ensuite descendre un petit cylindre en bois, en carton ou en ferblanc, d'environ 4 centimètres de diamètre et 5 à 6 centimètres de hauteur, rempli de poudre ordinaire. Ce cylindre est fixé à une mèche ou fusée de mine ordinaire, qui y pénètre à une certaine profondeur pour assurer l'inflammation de la poudre. C'est au moyen de la mèche ou fusée qu'on fait descendre le cylindre, et le tact permet de saisir facilement le moment où le cylindre arrive à la surface de la nitroglycérine. A ce moment, on maintient la mèche immobile, et l'on fait couler du sable fin dans le trou de mine, jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli. Inutile de comprimer ou de tamponner le sable. On coupe la mèche à quelques centimètres de l'orifice du trou et l'on y met le feu. Au bout de huit à dix minutes, la combustion de la mèche étant arrivée au cylindre, la poudre s'enflamme. Il en résulte un choc violent, qui fait détonner instantanément la nitroglycérine. L'explosion est si subite, que le sable n'a jamais le temps d'être projeté.

« On voit toute la masse du rocher se soulever, se déplacer, puis se rasseoir tranquillement sans aucune projection; on entend une détonation sourde.

« Ce n'est qu'en arrivant sur les lieux qu'on peut se rendre compte de la puissance de la force que l'explosion a développée. Des masses formidables de roc se trouvent légèrement déplacées et fissurées dans tous les sens, et prêtes à être débitées mécaniquement.



« Le principal avantage réside dans le fait que la pierre n'est que peu broyée et qu'il n'y a que peu de déchet. Avec les charges de nitroglycérine indiquées, on peut détacher ainsi de 40 à 80 mètres cubes de roc assez résistant.

« Nous espérons avoir démontré par cette notice la possibilité de concilier l'emploi de la nitroglycérine avec toutes les garanties de sécurité publique désirables. »

**Bibliographie des Ingénieurs**, etc. — M. le docteur Velpeau a présenté à l'Académie la *première série* de la *Bibliographie des ingénieurs, des architectes, des chefs d'usines industrielles*, etc., publiée par M. Eug. Lacroix, membre de la Société industrielle de Mulhouse, le fondateur et le directeur des *Annales du Génie civil*. Ce n'est pas sans un sentiment de satisfaction, que nous avons entendu le savant illustre apprécier avec une grande bienveillance le travail de notre directeur, et en faire ressortir le mérite et l'utilité pour les travailleurs sérieux.

Nos lecteurs apprendront sans doute avec intérêt l'origine de cette *Bibliographie*, qui acquiert aujourd'hui une grande importance par la publication de cette première série, complénent indispensable de celles qui l'ont précédée.

Dès 1856, M. Eug. Lacroix avait commencé à réunir, pour son propre usage, une certaine quantité de notes et de renseignements; bientôt il avait été amené à penser qu'il serait utile de publier ce travail, et que ses confrères et un public SPÉCIAL pourraient lui en savoir gré. C'est alors qu'il commença à publier (1857) d'abord par semestre, puis par trimestre, la *Bibliographie des ingénieurs, des architectes des agriculteurs*, etc., recueil indiquant toutes les productions nouvelles des auteurs français. Mais, après quelques numéros, M. Lacroix comprit que ce travail ne serait réellement complet que s'il en faisait un semblable pour les ouvrages antérieurs à 1857, ouvrages qui, de nos jours, ont encore une certaine valeur et qui sont toujours recherchés et consultés par les savants et les hommes spéciaux. C'est en se plaçant à ce point de vue élevé qu'il n'a pas reculé devant un travail qui lui a coûté plusieurs années et qui a exigé de nombreux sacrifices pour arriver à publier un magnifique in-4° de 352 pages, comprenant une table alphabétique, sur deux colonnes, par ordre méthodique des matières, table qui à elle seule formerait un volume d'impression ordinaire. Cette Bibliographie présente cela d'utile que, tout en nous donnant le prix des ouvrages au moment où ils ont été publiés, elle nous indique la valeur actuelle de ces livres et, pour ceux qui sont rares ou introuvables, elle indique quelquefois quels sont les travaux analogues qui sont venus les remplacer; quelques notions bibliographiques nous renseignent aussi parfois sur les auteurs eux-mêmes.

Avec la *deuxième série* (1857-1862), la *troisième série* (1862-1865) et avec les tables qui les accompagnent[1], la *Bibliographie des ingénieurs et des architectes* forme en quelque sorte un sommaire chronologique des efforts tentés depuis près de deux siècles dans l'étude des sciences, par rapport à leurs applications industrielles; c'est une source d'informations indispensables pour tous ceux qui veulent rester au niveau du développement du progrès scientifique et industriel, et c'est aussi un recueil de documents précieux pour tous les écrivains qui, appelés à traiter une question, veulent connaître comment elle l'a été par leurs devanciers. Les personnes qui consulteront cette œuvre magistrale comprendront les éloges que M. Velpeau a bien voulu lui décerner.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

1. La table par ordre alphabétique des matières et par ordre alphabétique des noms d'auteurs de la troisième série (1862-1865) est sous presse.

La *quatrième série* (1866-1870) est en cours de publication.



## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### SÉANCES DES 15 JUIN ET 20 JUILLET 1866.

Tout d'abord nous constaterons la prospérité de la Société, et nous y applaudissons.

Le procès-verbal de la séance générale du 15 juin nous fait savoir que la Société se compose de 802 membres, bien que la mort en ait enlevé 6 dans le premier semestre de l'année 1866, et le fonds social s'élève à 92593f,90.

Dans cette même séance le président a remis à MM. Huet et Geyler une médaille en or, comme auteurs du meilleur mémoire inédit présenté dans le courant de l'année 1865. Ce mémoire est intitulé *De la préparation mécanique des minerais;* nous en avons publié l'analyse dans notre numéro de mai 1866[1].

M. le président, en remettant la médaille à ces ingénieurs, a annoncé que le comité, désirant suivre l'exemple des vingt-cinq sociétaires qui avaient créé le prix pour l'année 1865, venait de décider à l'unanimité qu'il serait décerné désormais chaque année, aux frais de la Société, une médaille à l'auteur du meilleur mémoire présenté à la Société dans l'année précédente.

Cette décision est approuvée par acclamation.

Revenons maintenant aux communications et discussions qui ont eu lieu.

M. Mazilier dans une lettre adressée à M. le Président, au sujet de la communication de M. Simonin relative à l'épuisement prochain des mines de houille, indique qu'en même temps que M. Simonin il s'était préoccupé sérieusement de la recherche d'une nouvelle source de chaleur naturelle. Depuis près de deux ans, il a mis en note quelques idées à ce sujet.

La chaleur solaire se présente de prime abord comme propre à créer de la force motrice. M. Mazilier pense que la chaleur devra pouvoir s'approvisionner un jour, comme on approvisionne le froid dans les glacières; que l'on pourra arriver aussi à dompter utilement pour l'industrie la force de dilatation des corps. La physique ne semble-t-elle pas nous indiquer la voie à suivre quand elle nous met à même d'étudier l'étonnant phénomène de la chaleur latente qui est un véritable emmagasinement de chaleur sensible?

M. Mazilier termine sa lettre en déclarant qu'il répudie hautement la pensée d'enlever à M. Simonin la priorité de l'idée qu'il a émise ou plutôt de la voie qu'il a indiquée. Il a seulement désiré lui montrer qn'il y aurait écho à son appel et que la convergence d'efforts isolés réussirait, peut-être un jour, à donner un corps à son idée si vaste et d'un interêt si immense.

Nous avons fait connaître la disposition de la pile électrique employée au chemin de fer de l'Est, soit pour les appareils de signaux dans les trains, soit pour le télégraphe.

Cette pile est due à M. Leclanché, elle est très-économique. En effet, elle n'use que pendant son fonctionnement, parce qu'elle repose sur l'emploi d'un sel de cuivre insoluble, du carbonate qui ne devient soluble qu'au contact de l'ammoniaque. Cet ammoniaque, dans la pile en question, provient de la décomposition de chlorhydrate d'ammoniaque par un faible courant électrique initial, qui se produit lorsque les deux pôles de la pile sont en contact.

Dès que l'ammoniaque a rendu soluble le carbonate, celui-ci réagit alors sur le cuivre de la pile. — L'économie serait la suivante :

La pile de Daniel dépense au moins 7 à 800 grammes de sulfate de cuivre, qu'elle fonctionne ou non; au contraire, dans la pile nouvelle qui ne contient que 100 grammes de carbonate de cuivre, la dépense annuelle ne s'élève qu'à 20 ou 25

1. Le travail complet porte le titre de *Mémoire sur l'outillage nouveau et les modifications apportées dans les procédés d'enrichissement des minerais,* avec 6 planches. Prix : 5 francs. Librairie des ingénieurs civils.

grammes pour le télégraphe, et à 2 ou 3 grammes pour un appareil de sonnerie.

Enfin, une question très-intéressante a occupé la Société, celle de l'exécution des grands travaux de terrassements, au moyen des engins mécaniques; cette question ne nous semble pas encore résolue, quoique dans ces derniers temps elle ait fait des progrès sensibles, tant pour l'exécution des terrassements proprement dits que pour le percement des tunnels.

A la tête de ceux qui se sont occupés de la question, nous citerons :

MM. Combe et Couvreux, M. Castor, M. Fleur Saint-Denis, MM. Frey fils et Sayn, qui se sont occupés soit des dragagues à sec soit des draguages sous l'eau, et MM. Sommellier et Leschot qui, en France, se sont occupés des percements des tunnels. Le premier fait mouvoir les engins perforateurs à l'aide de l'air comprimé : le deuxième emploie, à cet effet, soit la main de l'homme, soit la vapeur. Mais la main de l'homme présentait peu d'avantages sur le mode de travail ordinaire et la vapeur présentait des inconvénients; on y a substitué, dans des expériences faites pour le percement d'un tunnel situé près de Port-Vendres, sur le chemin de fer du Midi, la force motrice de l'eau utilisée par une machine à pression d'eau inventée par M. Perret.

La Société ne s'est occupée que des travaux de draguage à sec, et, accidentellement, des draguages sous l'eau : espérons que plus tard elle s'occupera du percement des tunnels; en attendant nous extrayons ce qui suit de ses procès-verbaux :

M. Mazilier a étudié la question du draguage à sec. Les déblais à sec peuvent se diviser, dit-il, en quatre classes. Ceux qui se font : 1° en terrain meuble (emploi de la pelle seule); 2° en terrain de moyenne cohésion (pioche et pelle); 3° en terrains demi-durs (pic, pioche et pelle); 4° en terrains durs (pince, coin, mine).

On ne peut, d'après M. Mazilier, guère compter sur un engin à destination complexe pouvant indifféremment agir sur les divers terrains, et comme en général la nature du déblais dans un même travail est très-variable d'un point à un autre, il en conclut que les avantages d'un grand appareil de terrassement ne doivent pas être aussi considérables que l'on peut le supposer au premier abord : la machine rencontrant ici la limite imposée à ses applications, car elle ne peut prévoir les cas particuliers qui se présentent et vaincre les difficultés accidentelles.

L'exécution des terrassements peut se diviser en trois périodes : 1° désagrégation du sol et sa mise en état dit meuble; 2° enlèvement et chargement de ce sol désagrégé; 3° transport et déchargement.

La *désagrégation* se produit de la manière la plus simple dans les terres ordinaires par la pioche, instrument simple et logique, mais mis en mouvement par un moteur coûteux et lent qu'on a cherché à remplacer par la drague. M. Mazilier pense que si celle-ci est d'un emploi satisfaisant pour les déblais sous l'eau à faire ordinairement en terrain sans cohésion ou même vaseux, il n'en est pas de même lorsqu'on veut l'employer pour les déblais à sec. Dans le premier cas, le godet ne fait ou à peu près que l'office de ramasseur; dans le second, il est chargé en outre d'un rôle auquel il n'est nullement destiné, ni par sa forme, ni par sa construction, ni par la nature de son mouvement. M. Mazilier pense que l'action d'un outil diviseur dans les terrains de peu de consistance et celle du choc dans les terrains durs ne sauraient être évitées pour produire une désagrégation suffisante du sol et le facile enlèvement des déblais.

Cet *enlèvement* et le *chargement* pourraient du reste se faire avec avantage par le moyen de godets.

Quant au *transport* et au *déchargement*, si l'on doit transporter les terres en cavalier latéral, et par conséquent à une faible distance moyenne, on comprend que le même appareil qui a élevé les déblais jusqu'à la crête du talus soit disposé de telle sorte qu'il les transporte transversalement jusqu'au point où ils doivent être

déversés et cela sans transbordement. Si, au contraire, la distance de transport est grande, l'emploi du wagon semble obligatoire; mais il faudrait que l'appareil pût remplir la condition indiquée comme très-nécessaire par M. Flachat, c'est-à-dire qu'il pût charger un certain nombre de wagons à la fois.

Les diverses conditions à remplir, selon M. Mazilier, seraient donc : 1° désagrégation préalable de la surface d'attaque du talus; 2° ramassage et élévation du déblai par des godets chargés de ce seul office; 3° transport direct pour un cavalier latéral ou transport au wagon, mais avec chargement simultané de tous les wagons d'un train.

Nous ne suivrons pas M. Mazilier dans la description des différents engins dont il propose l'emploi et qu'il suppose devoir remplir toutes les conditions qu'il a posées.

Tous ces engins n'ont pas reçu la sanction de l'expérience, et de plus sont discutés par les ingénieurs qui ont eu l'occasion d'exécuter des travaux du genre de ceux que M. Mazilier a en vue.

Ainsi : M. Pouchet rappelle que des tentatives nombreuses ont déjà été faites, qu'il a vu un assez grand nombre de machines destinées au draguage à sec, mais qu'il ne connait encore aujourd'hui que deux types qui méritent de fixer l'attention.

Ces deux types sont : l'un de MM. Sayn et Frey, l'autre de MM. Combe et Couvreux.

L'excavateur Sayn et Frey est formé d'une charpente portée sur roues et munie d'une chaîne dragueuse triangulaire avançant sur la masse à enlever en décrivant autour d'un axe vertical un mouvement d'oscillation analogue au papillonnage d'une drague faisant de l'eau devant elle. On a pu voir un de ces excavateurs en essai aux buttes Chaumont; un autre exécute en ce moment des dragues à sec dans le département du Calvados.

L'excavateur Combe et Couvreux se compose également d'une charpente portée sur roues, mais munie d'une chaîne pouvant excaver à 3, 4 et même 5 mètres au-dessous du plan des roues. Contrairement à l'excavateur Sayn et Frey qui avance sur la masse à enlever, ce dernier appareil se retire toujours porté sur le terrain naturel et tout en formant une fouille derrière lui.

Ces excavateurs ont été employés avec succès dans les ballastières de Linay (chemin des Ardennes) et fonctionnent aujourd'hui en grand nombre sur les chantiers de l'Isthme de Suez.

Tels sont les deux types d'outils pratiques et auxquels M. Pouchet comparera les nouvelles dispositions proposées par M. Mazilier.

M. Mazilier, dit M. Pouchet, admet que les excavateurs à sec ne fonctionnent pas dans d'aussi bonnes conditions que les dragues mouillées.

Sauf le cas exceptionnel de la drague à élinde verticale prenant dans un fond de gravier, M. Pouchet croit, au contraire, que le fonctionnement des godets dans les excavateurs se fait dans des conditions bien plus favorables à un travail mécanique que dans les dragues. Dans les dragues, en effet, il est impossible de voir le godet travailler; on ne peut que difficilement régler la quantité dont il s'engage dans le terrain. Souvent les godets reviennent bourrés ou vides, et un dragueur habile a du mal à se tenir dans une bonne moyenne. Les godets, s'engageant les uns après les autres dans le terrain, donnent lieu à des efforts intermittents qu'il faut régulariser par une machine à deux cylindres ou par un volant puissant, qui souvent est une cause de rupture des maillons quand la chaîne s'engage trop.

Dans les excavateurs, au contraire, on voit les godets travailler; on règle leur pénétration dans le terrain et la vitesse de leur déplacement latéral. Il y a presque toujours un même nombre de godets engagés et mordant le terrain; en un mot, l'excavateur est soumis à des résistances plus constantes, plus régulières et qui fatiguent beaucoup moins un moteur à vapeur.

M. Pouchet pense que là où le terrain n'oblige pas à l'emploi de la mine, il y a

tout avantage à laisser faire aux godets l'office de piocheurs ou désagrégateurs. A cet effet, on les munit de becs en acier forgé ou tôle d'acier : ce genre d'armature, facile à remplacer, suffit parfaitement à la désagrégation.

Pour le transport et le déchargement des déblais, M. Mazilier distingue deux cas : 1° le dépôt contre fouille ; 2° le dépôt à grande distance.

Pour le premier cas, sans entrer dans de grands développements à ce sujet, M. Mazilier indique qu'on pourrait faire faire le dépôt directement sans emploi de bennes, plans inclinés ou grues ne produisant forcément que peu de travail. M. Pouchet constate, au contraire, que des plans inclinés et des grues convenablement établies peuvent enlever et charger en wagon 1,000 à 1,200 mètres cubes en 10 heures de travail, production qui n'a pas encore été atteinte par les excavateurs déjà existants.

Pour le deuxième cas, M. Pouchet admet comme M. Mazilier les transports par wagons ; mais il ne comprend pas la nécessité de charger simultanément les wagons. En effet, si on admet un rendement de $600^{m3}$ par $10^{h}$, ce qui peut être regardé comme une forte moyenne pour les excavateurs employés jusqu'à ce jour, ces $600^{m3}$ correspondent à $1^{m3}$ par 1′ ce qui donnerait 3 à 4′ pour charger des wagons de 3 à $4^{m}$. Ce temps est bien suffisant, et on ne conçoit pas la nécessité d'établir un front de chargement desservant plus de wagons à la fois.

En résumé, M. Pouchet trouve que les nouveaux appareils de draguage à sec proposés par M. Mazilier présentent de plus grandes difficultés d'établissement et de fonctionnement que les excavateurs de MM. Sayn et Frey et de MM. Combe et Couvreux, et il croit ces derniers outils beaucoup plus pratiques. Du reste, M. Pouchet ajoute qu'il n'y aurait lieu de se prononcer d'une manière définitive que quand M. Mazilier aura soumis à la Société une étude plus complète de ses appareils, qu'il aura donné de plus grands détails sur l'installation d'un chantier, et fait ressortir le prix auquel ils peuvent excaver et mettre en wagon ou en cavalier le mètre cube de déblai.

M. Sayn complète les renseignements fournis par M. Pouchet sur les *appareils excavateurs* de MM. Frey fils et Sayn, en indiquant différentes applications de ces appareils.

L'excavateur à pivot et mouvement d'avance mécanique qui a été décrit par M. Edmond Badois, dans la séance de la Société des Ingénieurs civils du 4 novembre 1864, peut être appliqué avec avantage dans les cas suivants :

1° Pour niveler une grande superficie de terrain qui serait accidentée de monticules et dont les déblais devraient être transportés en plusieurs points, soit pour combler des cavités quelconques ou être transportés en remblai régulier. Le déversement se fait alors en wagons et le transport par voies ferrées ;

2° Pour ouvrir une tranchée sur un sol résistant et très-sec dont les deblais devraient être déversés en wagons pour être transportés en remblais sur le fond de la tranchée à une distance quelconque. Dans ce cas, il est indispensable d'employer un système de chariot à plaque tournante remorqué par l'excavateur. Par ce moyen, on peut créer une voie de garage et faire un service continu de wagons qui reçoivent les déblais, et établir des trains d'une grande longueur ;

3° Pour ouvrir une tranchée dans les mêmes conditions ci-dessus indiquées, lorsque la tranchée est profonde et a ses berges presque verticales. Dans ce cas, il est impossible sans de très-grands frais d'établir aucun système fonctionnant sur berge, à moins de faire un travail préparatoire qui augmenterait considérablement le cube.

M. Sayn présente à la Société des dessins indiquant les diverses dispositions qui ont été adoptées suivant les différents cas et entre autres celui d'un excavateur monté directement sur une locomobile. Cet excavateur a été l'objet d'une expérience de réception qui a eu lieu le 4 janvier 1865 : les résultats de cette expérience sont les suivants :



Le terrain dans lequel l'expérience a eu lieu était très-compacte, mélangé de beaucoup de moellons et sous une gélée continuelle de neuf jours. La croûte supérieure s'ouvrait sous l'action des godets dragueurs, suivant des blocs de $0^m,40$ d'épaisseur sur des surfaces variables de $0^{m2},50$ à $1^{m2},10$; parfois la chute de ces blocs venait entraver la marche des rouleaux.

Le terrain étant très élevé du côté de la chute des terres, après leur transport en cavaliers et sur berge, il a fallu arrêter la marche de la machine pour que l'on puisse déblayer : cela a nécessité trois arrêts d'ensemble 26 minutes.

Une clef d'un des tourteaux n'ayant pas été enfoncée jusqu'à fond, le tourteau a glissé et a occasionné un calage de 55 minutes.

L'expérience a commencé à une heure et s'est terminée à $3^h,52 = 172$ minutes de durée.

La durée effective du travail est donc $172 - (26 + 55)$, soit $172 - 81 = 91$ minutes; pendant ce temps, on a creusé $1^m,850$ de profondeur sur $7^m,95$ de largeur moyenne, et 4 mètres de hauteur, soit un cube $7^m,95 \times 1^m,850 \times 4^m,00 = 58^{m3},800$. Pour ce volume, on a consommé 76 kil. de charbon et $0^{m3},560$ d'eau en employant cinq hommes et un cheval dont voici le détail, avec le prix de la journée : 1° un mécanicien, 6 fr.; 2° un chauffeur, 4 fr.; 3° un terrassier en avant des rouleaux, 4 fr.; 4° un manœuvre à l'extrémité de la toile, 4 fr.; 5° un charretier, 4 fr.; 6° un cheval, 5 fr.; enfin suif, étoupes, etc., 6 fr. : ensemble pour dix heures de travail, 33 fr.

Le travail produit par minute étant de $0^{m3},646$, soit $38^{m3},76$ par heure ou $387^{m3},600$ par dix heures.

Le charbon dépensé par minute étant $0^k,835$, soit $50^k,10$ par heure ou 501 kilog. pour dix heures à 4 fr. les 100 kil. = 20 fr.

D'où $387^{m3},600$ coûteraient 20 fr. + 33 fr. = 53 fr. soit $0^f,13$ par mètre cube.

Les conditions de la marche de l'appareil ont été les suivantes :

| | |
|---|---|
| Pression moyenne | 6 atmosph. |
| Vitesse de la machine | 140 tours. |
| Diamètre du piston | $0^m,19$. |
| Course | $0^m,36$. |
| Détente | 2/3. |
| Force nominale | $8^{ch},5$. |
| Vitesse par seconde de la chaîne à godets | $0^m.45$. |
| Nombre de godets passant par minute | 30. |
| Contenance des godets | 40 litres. |
| Cube développé par minute | $1^{m3},20$. |
| Cube développé par heure | $72^{m3}$. |
| Cube développé par dix heures | $720^{m3}$. |
| Cube obtenu par l'expérience | $387^{m3},6$. |
| Rendement | 0,54. |
| Conditions du terrain | Très-dur. |
| Durée d'une passe | 8 minutes. |
| Profondeur de passe | Variable selon le terrain. |
| Charbon dépensé pour dix heures | 425 kilog. |
| Eau dépensée pour dix heures | $4^{m3}$. |
| Prix maximum du mètre cube | $0^f,13$. |
| Hauteur élevée | $3^m,5$. |
| Longueur de transport | 11 mètres. |

On avait beaucoup de refroidissement sous la chaudière.

M. Pouchet indique que le premier des appareils, construit par M. Combe à Lyon et employé en 1859 et 1860 par M. Couvreux, alors entrepreneur de terrassements





au chemin des Ardennes, était composé d'une charpente en bois portée par six roues pouvant rouler sur voie ordinaire de 1m,50. L'élinde, à inclinaison et longueur variable, était en bois, et la chaîne à godets pouvait prendre 2m,50 ou 3 mètres au-dessous du niveau du sol. Au tournant de la lanterne supérieure, les déblais tombant par le fond du godet étaient reçus par le couloir qui les menait au wagon de terrassement. La machine motrice horizontale et à un seul cylindre était d'environ 16 chevaux. Un petit cheval spécial servait à l'avance latérale. Ce premier excavateur était en quelque sorte un appareil d'essai. Il avait dû être modifié à plusieurs reprises, notamment on avait dû placer une assez forte surcharge en fonte du côté opposé à la chaîne dragueuse, pour s'opposer au renversement de l'appareil du côté de la fouille. Le rendement moyen de cet excavateur était d'environ 3 à 500m3 par 10h de travail.

Sur les chantiers de l'isthme de Suez, où M. Couvreux est actuellement entrepreneur de terrassements, il fait encore usage d'excavateurs à peu près disposés comme le précédent; seulement ces nouveaux appareils sont établis sur une voie de 2m,50. La machine motrice est encore à un cylindre, mais elle est inclinée de manière à simplifier la transmission à la lanterne supérieure, et elle est établie sur un bâtis métallique spécial.

Pour ses chantiers en régie, la Compagnie de Suez a également fait construire des excavateurs ayant une grande analogie avec les précédents, mais complétement métalliques et munis d'un tender pour l'approvisionnement du générateur. Le rendement de ces derniers appareils peut atteindre 5 à 800m3 par dix heures de travail.

Enfin, M. Pouchet a étudié en collaboration avec M. Lencauchez, membre de la Société, un type encore plus puissant que les précédents, capable d'excaver jusqu'à 6 mètres à 6m,50 au-dessous du plan des roues et d'enlever jusqu'à 1000m3 par dix heures.

L'abondance des matières nous force à interrompre ici le compte-rendu de cette discussion à laquelle ont pris part encore MM. Badois et Lencauchez; nous y reviendrons dans notre prochain numéro.

Le Comité de rédaction.

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Construction du bâtiment.** — C'est, il paraît, le 5 septembre qu'expire le délai d'achèvement du gros œuvre de la charpente métallique du Palais de l'Exposition. Ce délai a été de beaucoup devancé pour la pose des fermes des galeries intermédiaires dont les combles se développent maintenant avec leurs vitrages, sur l'ensemble de l'emplacement qu'ils doivent recouvrir entre les bas-côtés de la grande nef des machines et les murs en maçonnerie de pierre et de ciment circonscrivant la partie centrale de l'édifice principalement réservée à l'exposition des beaux arts et à l'installation du musée archéologique.

En ce moment, c'est l'édification de la charpente métallique de la galerie des machines (de 1,500 mètres de développement et de 35 mètres de largeur) qui captive le plus l'attention des visiteurs. Il y a lieu, en effet, d'être surpris à l'aspect de cette immense agglomération de pièces et d'armatures en fer qui viennent se juxtaposer et former corps à vue-d'œil, autour d'ingénieux échafaudages et au bruit des marteaux d'une légion d'ouvriers.

Il reste néanmoins bon nombre de grands piliers à dresser, notamment dans la partie supérieure du Champ de Mars; mais ces lacunes qui forment les points de démarcation même des divers ateliers se rétrécissent à vue d'œil, chacune des

entreprises déployant tous ses moyens d'action et ses ressources d'approvisionnement pour s'avancer rapidement l'une vers l'autre, de manière à relier et à rattacher le plus prochainement possible l'ensemble des ouvrages et à s'occuper ensuite non moins activement des installations de détail.

Comme nous l'avons dit précédemment, l'opération du levage des grandes fermes présente un intérêt particulier en raison du poids relativement considérable de chaque pilier métallique, poids (*de près de douze mille kilogrammes*) inégalement réparti sur la hauteur totale de la colonne qui s'élève à 26 mètres au moins.

Cette masse est d'abord appareillée à peu près horizontalement sur le sol et disposée en flèche normale vers l'alignement extérieur de la galerie, de telle façon que l'arête inférieure du pied du pilier, munie d'une forte pièce de fer, terminée à ses extrémités par des tourillons, coïncide parfaitement avec la ligne correspondante du socle de fondation et vient s'arcbouter à des pièces de bois fixées dans le massif de maçonnerie, ce qui permet d'utiliser cette arête commune comme pivot ou charnière, au moment où le pilier sollicité à l'avant par les forces nécessaires (treuil, moufles, etc.), accomplit le quart de révolution qui l'amène à la position verticale.

Le treuil ou cabestan employé à l'érection sur l'un des chantiers est fixé au sol à une certaine distance de l'échafaudage naturellement du côté opposé à celui où se trouve le pilier à soulever. Sur un autre atelier l'appareil de levage est fixé à la partie inférieure de l'échafaudage lui-même, toujours du côté opposé à l'emplacement du pilier. Mais dans tous les systèmes, outre les deux points de contact du câble (*axe horizontal du treuil et attache du pilier*), il existe un point de support intermédiaire situé tout à fait au sommet de l'échafaudage où l'on a fixé des moufles sur lesquels s'enroule et glisse le câble à chaque mouvement du treuil. Les lignes de jonction de ce point supérieur aux deux points d'attache inférieurs se projettent sur le plan vertical suivant un angle plus ou moins aigu et sur le plan horizontal suivant une ligne droite. On a disposé aussi, pour prévenir le déversement du pilier, deux câbles latéraux qui exercent une tension uniforme de chaque côté en suivant les mouvements de la ligne génératrice du dressage et en maintenant constamment cette ligne dans le plan vertical. Enfin un quatrième câble est placé du côté opposé à celui vers lequel le pilier est sollicité, dans le but sans doute de régler le travail des treuils et des moufles, et d'équilibrer au besoin le mouvement général.

Pour la sécurité et la simplification de cette manœuvre, on a dû nécessairement déterminer avec précision l'inclinaison, la longueur et le degré de tension des cordes, ainsi que le point le plus favorable pour l'attache du câble au pilier (*point situé aux 2/3 environ de la hauteur totale de la colonne.*)

Au moyen de cette intéressante application des forces statiques, on parvient en moins de 2h 1/2 à mettre en place un pilier et même les deux piliers d'une seule ferme, lorsqu'on les soulève simultanément sur le socle de fondation où l'on a ménagé des armatures correspondantes à celle du pied de la colonne, armatures qui sont immédiatement boulonnées et rivées dès que le pilier repose sur sa base.

Sur divers points, on a déjà comblé par des cloisons latérales ou panneaux, à partir du dessus des sablières ou pièces dites de balcon jusqu'au-dessous des chaîneaux, les vides laissés par les grands piliers. Chacun de ces panneaux, formé d'une très-large paroi de fer de faible épaisseur, est percé de fenêtres ou plutôt d'ouvertures cintrées prenant jour au-dessus de la marquise extérieure et du promenoir de pourtour. Ces ouvertures seront sans doute garnies de vitrages ou de stores.

On n'attend pas d'ailleurs l'achèvement total de la galerie pour entreprendre les aménagements intérieurs. Ainsi, sur divers points, on a commencé à établir les



plates-formes en maçonnerie de béton, nécessaires pour l'installation des machines à vapeur. On a noyé dans les blocs de béton, au nombre de 4, de 8 ou de 12, suivant l'importance des appareils, des boulons verticaux qui doivent être fixés aux armatures des machines. Pour plus de solidité, chaque boulon porte à son bout inférieur un disque en fer profondément encastré dans le mur.

**Abords du Palais.** — Comme travaux accessoires nouvellement entrepris aux abords du Palais proprement dit, nous citerons le bâtiment affecté au service administratif de l'Exposition. Les maçonneries de ce bâtiment édifié sur l'alignement même de l'avenue de Labourdonnaye, un peu au-dessus de la porte de l'avenue Rapp, sont à peu près achevées. Les fondations et le soubassement seuls sont en pierre, tandis que les deux étages supérieurs percés de 16 ouvertures sur la façade et 4 sur les côtés latéraux, ont été rapidement élevés en pans de bois, briques et plâtras. Dans l'état actuel, cette maçonnerie est disgracieuse, mais on n'y perdra rien plus tard pour le coup-d'œil, tous les parements devant être recouverts d'enduits et d'ornements exécutés avec habileté.

On paraît s'occuper également de préparer les fondations de l'hôtel du Cercle international, mais nous n'avons aucune indication nouvelle à donner au sujet de cette installation.

Les parcs, avenues et jardins sont dessinés et régularisés dans la majeure partie des abords du Palais, du côté de la Seine, où l'on paraît aussi avoir creusé le lit d'un lac principal et de bassins accessoires et préparé d'autres embellissements analogues à ceux qui distinguent les squares et jardins publics nouvellement créés à Paris. On a très-heureusement utilisé pour ces travaux les inégalités et les différences de niveau du sol lui-même, en complétant les petits monticules et les massifs de terrains où seront implantés des gazons ou des arbustes, par les terrassements provenant de la partie supérieure du Champ de Mars. Dans cette dernière partie, du côte de l'École militaire, les terrassements préparatoires des parcs, jardins, avenues et chaussées sont commencés, mais ils ne présentaient encore, au moment de notre visite, aucune forme régulière.

Du côte nord-ouest du Champ de Mars, à droite de l'entrée de la porte d'Iéna, on a élevé sous l'inspiration et le patronage, nous a-t-on dit, de Mgr l'évêque de Beauvais une église ou chapelle, réservée sans doute aux exposants et peut-être même aux visiteurs. Le système mixte d'ogive et de plein cintre adopté dans cette construction qui pourrait, à la rigueur, être considérée comme représentant le spécimen d'une élégante petite église de village produit un assez bon effet, et l'édifice une fois terminé, les fidèles ne lui manqueront pas.

Enfin, vers l'avenue de Suffren, on peut distinguer, entouré d'une forte clôture en planches, un emplacement réservé, de forme assez irrégulière, au milieu duquel est dressé un mât surmonté d'une oriflamme aux armes de *l'Égypte*. C'est là que le gouvernement de ce pays se propose d'établir divers modèles d'architecture, d'œuvres d'art, etc., et de faire une exhibition qui ne sera pas sans originalité. Un petit bâtiment très-confortable a même déjà été construit pour le service chargé de l'organisation et des préparatifs de cette exhibition.

On voit que nous n'en sommes pas au dernier mot des surprises et des innovations que nous réserve l'Exposition universelle. Chaque jour amène une combinaison ou une perspective nouvelle, toute idée fructueuse ou intéressante étant accueillie avec bienveillance par les dispensateurs de cette solennité prochaine qui semble promettre de mettre en relief les merveilles industrielles de l'univers entier.

G. PALAA.

---

## TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

ANALYSE ET EXAMEN

---

### Plaque tournante en bois. Chemin de fer à traction animale,

par ALBERT PUTCH.

(Appliqué en Suède à la Société des verreries d'Eda.)

Planche XX (fig. 11 à 16).

L'écartement de la voie était de 0,891. On ne pouvait se servir de courbes, et comme on ne disposait pas de wagonnets à articulations, on étudia un système économique de plaque en bois, facile à démonter en un endroit et à remonter presque instantanément.

Fig. 11. Coupe verticale.

Fig. 12. Plan.

*a*, massif en maçonnerie solidement construit.

*b*, rondelle en fonte avec crapaudine, scellée dans le massif par des boulons de fondation au nombre de quatre.

*c*, pivot sur lequel tourne la plaque; il est maintenu rigide par une clavette.

*d*, pièce en fonte ou croisillon.

*eee*, cavités ou sabots en fonte, destinés à retenir quatre pièces en bois *llll* (fig. 13) (plan).

Ces pièces sont fixées chacune au moyen de trois boulons. Leurs dimensions sont 157/157.

*f*, anneau en fonte reposant sur le fond du massif.

*gg*, galets supports se mouvant sur l'anneau en fonte *f*. Diamètre des galets 0,209$^{mm}$.

*hh*, pièces qui consolident les poutres.

*ii*, traverses évitant les déviations latérales. Épaisseur du plancher supérieur 0,052.

*k*, verrou d'arrêt.

Fig. 13. *mm*, couverture pour empêcher la poussière d'arriver au tourillon.

*n*, trou de graissage.

Fig. 16. Galets. *ss*, rebords encastrés dans les poutres pour éviter toute déviation.

*o*, arbres des galets maintenus contre la rotation par des clavettes.

Fig. 14. Anneau formant base en quatre pièces; chacune d'elles est maintenue rigide par trois boulons.

Fig. 15. Croisillon central.

### Machine à casser les pierres.

(Planche XX, fig. 1 à 4.)

Fig. 1. Bâti en fonte CC supportant les paliers des pièces en mouvement.

L, poulie de transmission.

S, volant.

*b*, arbre manivelle.

B, bielle intermédiaire.

α, β, γ, tiges avec articulations à genouillères, qui permettent l'oscillation dans tous les sens, sans interrompre la communication du mouvement.

D, points d'appui des broyeurs.

M, broyeur.

N, pièce rendue mobile par la manœuvre d'un coin. La contrebroyeuse *z*, réunie au broyeur M, constitue la partie de la machine dans laquelle a lieu l'écrasement du minerai ou du silex.



TT, roues mobiles formant un train susceptible de se déplacer sur des rails.

V, chemin en fer.

VV, crochets de calage. Ils sont destinés à fixer sur les rails la machine et à lui donner la stabilité suffisante.

*d*, coin de serrage. Il sert à régler la hauteur de la course du levier à genouillère, selon la grosseur des matières à traiter.

F, tampon en caoutchouc ramenant le broyeur M en arrière.

Fig. 2. Bielle disposée de manière à varier la bague *g* sur son axe. Ce mouvement change l'amplitude de la course du broyeur M, selon le besoin.

ββ, emmanchement des leviers à genoux.

*eehh*, anneaux mobiles avec la bague *g*.

A, coussinet à clavette.

*i*, clavette.

B, corps de bielle.

Fig. 3. Emmanchement des dents *m*, et *p* dans les surfaces M et P (fig. 1). Assemblage à queues d'aronde des dents *m* et *p*, avec consolidation au moyen d'une plaque métallique rapportée.

Le cassage ne se fait plus lorsque les bras M étant dans leur position la plus rapprochée des contre-broyeurs P, la largeur *m* est plus grande que *p*. Les pierres coïncident et ne peuvent plus glisser.

Pour retenir les pierres de 0,025 épaisseur, l'écartement *p* est environ 0,030, et la partie antérieure des dents 0,025.

Fig. 4. Pierres tendres. Broyeur et contre-broyeur en fonte coulés en coquille. En dix heures on a produit avec cet appareil 500 à 750 kilog. de pierre de chaux pulvérisée.

| | |
|---|---|
| Prix de revient d'une machine à briser............. | 2.100 fr. |
| Transmission à la locomobile et faux frais......... | 600 — |
| Locomobile de six chevaux........................ | 4.000 — |
| | 6.700 fr. |

Ces machines sont en usage aujourd'hui à Osnabruck, à la Georges-Marien-Hutte, à Concordia-Hutte, dans le duché de Nassau, dans la fabrique de produits chimiques, à Francfort-sur-le-Mein. Les résultats ont été jusqu'ici très-satisfaisants.

(Journal mensuel de *l'Union industrielle* pour le royaume de Hanovre.)

**Machine à laver le noir animal, près Benthen,** par LEHMAN, directeur de l'usine de sucre de Nenkersdorf (décrite par M. ROSEMAN dans le journal de la Société des Ingénieurs allemands (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*).

(Planche XX, fig. 5 à 10.)

Le but d'une bonne machine à laver les charbons doit être d'enlever au noir qui a servi les parties acides qui pourraient l'altérer et qui sont sujettes à la fermentation. Elles doivent produire le moins de déchets possible. Nettoyer complétement la masse; ne pas polir et adoucir les faces du charbon qui touche les bords, car la puissance absorbante est alors diminuée dans la même proportion que la porosité.

*Légende.*

Fig. 5. Coupe longitudinale.

AAA, bâti en bois. BB, châssis. *a* et *b*, leviers ou bielles supportant le châssis.

*c*, arbre manivelle mu par poulie et courroie.

*de*, bielles de transmission.

Le châssis BB est formé des deux poutres B (fig. 8), réunies par les boulons *ff*.

CD, pièces en fonte boulonnées.

F et G, arbres des tambours.

HH, toile san fin en chanvre, garnie de blocs en bois. La toile peut s'articuler et tourner sur les tambours, en fixant les blocs d'une manière particulière (voir les détails).

JJ, galets qui supportent la toile sans fin sur son parcours.

K, roue dentée.

Cette pièce venant rencontrer le rochet fixe *b* suspendu à la bielle tourne à chaque aller et retour de la tige mobile. Le mouvement de la toile sans fin est donc rigoureusement gradué et correspond au nombre déterminé des oscillations du châssis.

Le charbon descend de la caisse E, arrive en M, puis monte en N, à la partie la plus élevée de la toile, en suivant une marche inverse de celle du courant d'eau.

La machine décrite ci-dessus fonctionne depuis deux ans.

OO, arrivée du courant d'eau.

QQQ (fig. 7 et 8), pièces mobiles qui retournent les charbons et les mettent en contact plus intime avec le courant d'eau (fig. 9 et 10), détails de la toile sans fin.

*gg*, brosses de *piasava* pour empêcher les charbons de se déverser sur les côtés du châssis par l'action de l'eau.

L'eau bourbeuse et sale peut s'échapper en passant par les brosses en E. Les paliers F sont mobiles au moyen de vis, de manière à permettre le serrage et la tension de la toile sans fin en chanvre.

En vingt heures on produit 500 kilog. de noir lavés.

A trente tours par minute, la machine fournirait 150 kilog. en dix heures, d'après M. Stenzel.

Les descriptions des deux machines précédentes qui sont applicables, l'une aux sucreries, l'autre à la création et à l'entretien à bon marché des routes macadamisées, peuvent servir à construire des appareils analogues, et cela avec d'autant plus de sécurité que les usines allemandes les emploient aujourd'hui d'une manière courante. La métallurgie pour le cassage des minerais et pour leur pulvérisation, comme aussi pour le lavage de certaines matières, peut trouver un auxiliaire dans l'utilisation de ces deux appareils.

## Cuivrage de la fonte.

On nettoie le métal au moyen de brosses avec acide chlorhydrique, en laissant les pièces dans l'eau acidulée jusqu'au moment de l'immersion dans un bain formé de 25 grammes d'oxyde de cuivre, 170 grammes d'acide chlorhydrique, 1/4 litre d'*eau*, 1/2 litre d'*alcool*. Il se dépose une couche homogène et égale de cuivre sur la fonte. Le dépôt, quant à la rapidité avec laquelle il s'opère, varie avec la quantité d'alcool qui est dans ce cas l'agent essentiel. Avec l'alcool pur, on recouvre le fer; mais la couche est trop mince, et il se produit du chlorure de cuivre qui, à la longue, passe à l'état de cuivre métallique, mais qui, au contact de l'air, peut se transformer en oxydule. Aussi vaut-il mieux laver à l'eau, puis dans l'acide chlorhydrique étendu, et enfin dans une lessive de soude.

Il faut avoir la précaution d'enlever à la brosse le chlorure qui peut adhérer pendant ces opérations. On sèche le métal cuivré. Avec 10 grammes de chlorure de fer, 1 1/2 litre alcool à 60°, et au contact du zinc métallique, il se produit une belle couverte blanche bien adhérente sur la couche de cuivre. Dr Dullo.

(*Journal de l'industrie allemande.*)



## Nouvelle machine électro-magnétique pour les phares.

Planche XXI.

La brillante découverte de M. Wilde, au sujet de la production des courants d'induction et de leur application à la lumière électrique, s'est manifestée par la construction d'une machine adoptée par le gouvernement anglais. Les directeurs des phares du Nord ont commandé une machine, qui consiste en deux parties distinctes : la machine magnéto-électrique et la machine électro-magnétique, qui peut être considérée comme un appendice de la première. La fig. 1 est une vue de côté de l'appareil que la fig. 2 représente en élévation. La fig. 3 est le plan. Dans la fig. 4 on a représenté la section du cylindre magnétique et de son armature. La fig. 5 est une vue de l'armature complète.

Seize aimants permanents en forme de fer à cheval *a*, *a*, *a* sont fixés sur le cylindre magnétique *b*, *b*. Chacun de ces aimants permanents pèse environ 1360 gr., et pourrait soutenir un poids d'environ 9 kil. Le cylindre magnétique *b*, dont la fig. 4 donne une coupe sur une grande échelle, est formé de deux pièces de fonte *c c*, et de deux pièces de laiton *d d*, de même longueur que les pièces de fonte. Le tout est boulonné ensemble aux deux bouts par deux petits boulons de laiton *e e*, de manière à former un cylindre creux de laiton et de fer. Dans l'axe de ce cylindre on a creusé de bout en bout un trou de 63 mill. de diamètre. Deux supports en fer *f f* sont vissés sur les portées de fer *g g* (fig. 3), à chaque extrémité du cylindre magnétique, afin de soutenir les traverses *h h*. Ces traverses sont en laiton et percées d'un trou concentrique à celui du cylindre aimanté. Elles portent des coussinets dans lesquels les axes de l'armature peuvent tourner.

L'armature *i* représentée sur une grande échelle dans la fig. 1, et plus complète dans la fig. 5, est faite en fonte tournée exactement cylindrique sur toute sa longueur et d'un diamètre plus petit de 2 millim. que celui du cylindre magnétique, de telle sorte qu'elle peut tourner dans son intérieur sans le toucher. Deux disques de laiton *k k'* fig. 5, munis de prolongements pour porter les axes d'acier *l l*, sont adaptés au moyen d'écrous à chaque extrémité de l'armature. Une poulie *m* est fixée sur l'axe cylindrique du disque *k* et sur celui du disque *k'*. A l'autre extrémité de l'armature est fixé un commutateur d'acier trempé *n n'*. Environ 15 mètres de fil de cuivre isolé de 3 millim. de diamètre se trouvent enroulés dans l'armature dans le sens de sa longueur, comme on le voit dans la fig. 4. L'extrémité intérieure du fil est en contact métallique avec l'armature, et son extrémité extérieure est en communication avec la moitié isolée du commutateur *n'* au moyen d'un petit ressort de laiton et d'une vis qui le règle. Des anneaux de laiton *o o* entourent l'armature de distance en distance sans déborder la surface de fer ; ils empêchent les circonvolutions du fil de quitter leur place par suite de l'action de la force centrifuge.

Au moyen de la courroie *p* on donne à l'armature placée dans le cylindre magnétique une vitesse de 2500 révolutions par minute. Pendant chaque révolution deux ondes électriques de direction opposée circulent dans l'armature. Ces 5000 ondes engendrées ainsi par la machine sont considérées comme un courant intermittent, et ramenées toutes à la même direction. On y parvient au moyen de deux ressorts d'acier *q q*, qui frottent sur les faces opposées du commutateur *n n'*. Les ressorts *q q* sont reliés aux extrémités polaires *r r* de l'électro-aimant d'une machine électro-magnétique au moyen des fils *s s*.

La machine electro-magnétique qui produit la lumière est, comme on le voit par la figure, précisément disposée comme la machine magnéto-électrique et dans les mêmes proportions, si ce n'est toutefois qu'au lieu d'aimants permanents *a*, on emploie un électro-aimant *t*. Cet électro-aimant *t*, fig. 1 et 2, est formé de deux lames rectangulaires *u u*, en fer laminé de 90 cent. de longueur, de 66 cent. de large et de 25 millim. d'épaisseur, représentées par les lignes ponctuées. Elles sont fixées

parallèlement l'une à l'autre au moyen de boulons, et assujetties par les boulons *w* aux deux côtés du cylindre magnétique *b*, entre les barres de fer *v v*, *v'*, *v'*. Les extrémités supérieures de ces lames sont réunies par un pont creux *x*. Ce pont est formé de deux épaisseurs, de ce même fer que forme les côtés, séparées l'une de l'autre par une garniture de fer de 5 cent. d'épaisseur, qui donne au pont une épaisseur précisément égale à la largeur des barres de fer *v v'*. Le pont est fixé entre les plaques *u u*, au moyen de longs boulons de 18 millim. de diamètre, qui s'étendent d'un côté à l'autre de l'aimant, comme on le voit dans la fig. 3. Toutes les parties qui composent l'électro-aimant doivent être assemblées ainsi qu'avec le cylindre magnétique, elles sont pour cela travaillées avec soin, pour assurer une communication métallique complète entre les différentes parties.

Chacun des côtés de l'électro-aimant est revêtu de fil conducteur isolé, formé de fil de cuivre numéro 10, rangé en tours parallèles et muni d'une double garniture isolante. La longueur du fil conducteur placé autour de chaque lame de fer est de 489 mètres. Deux des extrémités des fils sont réunies de manière à former un seul fil de 978 mètres. Les deux autres bouts viennent aboutir à deux bornes métalliques *r r*, placées sur la garniture de bois de l'appareil. Le poids total des deux fils de cuivre, non compris le fer central, est de 500 kil. environ. Le diamètre du trou du cylindre magnétique est de 178 millim., et sa longueur de 88 cent. Les deux parties qui composent le cylindre sont boulonnées ensemble en haut et en bas, au moyen de douze boulons de laiton de 18 millim. de diamètre. L'armature *i*, de fonte de fer, fig. 1 et 3, a un diamètre plus petit que celui du cylindre magnétique d'environ 3 millim. Elle est formée de couches de fil de cuivre isolé d'une longueur de 107 mètres et de 6 millim. de diamètre, dont on voit la section dans la fig. 4. Les circonvolutions du fil sont protégées des chocs extérieurs par des garnitures de bois *i'*. Une poulie *m* de 18 cent. de diamètre est clavetée sur l'une des extrémités de l'armature; tandis que l'autre porte deux collets d'acier trempé *y*, *y'*, dont l'un ne communique pas métalliquement avec l'axe de l'armature. Les courants électriques alternatifs qui produisent la lumière sont pris à ces collets, au moyen de ressorts *q*, *q*, et conduits à l'endroit désiré par les conducteurs *z*, *z*.

L'armature de la machine fait 1800 révolutions par minute, au moyen de la courroie *p'* qui passe sur l'axe qui donne déjà le mouvement à la machine magnéto-électrique. Les coussinets, les commutateurs sont convenablement lubréfiés. Le poids total de la machine est d'un peu moins de 1500 kilog.

La machine fonctionne de la manière suivante : l'électricité qui dérive des aimants permanents *a*, *a*, *a*, par la révolution de l'armature de la machine magnéto-électrique, est transmise par les fils *s s*, aux fils du grand électro-aimant, dont les plaques de fer acquièrent ainsi une quantité de magnétisme plusieurs centaines de fois supérieure à celle que possèdent les aimants permanents. Lorsque les armatures de la machine sont mises simultanément en mouvement, une grande quantité d'électricité circule alors dans les fils de l'armature de la machine électro-magnétique, et l'on peut l'employer à produire soit de la lumière électrique, soit tout autre phénomène. La force de la machine peut être réglée selon la quantité de lumière que l'on désire, d'après les différents états de l'atmosphère, en plaçant de petits blocs de fer près des extrémités des cylindres magnétiques. Quand la machine est en pleine activité, il faut une force de 3 chevaux pour la conduire, et la lampe brûle des morceaux de charbon de 9 millim. au carré.

Les proportions de la machine si puissante que MM. Wilde et Cᵉ ont déjà construite pour la société royale sont les suivantes : l'appareil se compose d'une seule machine magnéto-électrique et de deux machines électro-magnétiques. Le cylindre magnétique de la première a 37 millim. de diamètre; il est surmonté par 4 aimants permanents, pesant chacun 453 gr. et pouvant en supporter dix fois plus. Autour de

cette armature, 50 mètres de fil de 0,8 millim. sont enroulés, et leurs extrémités fixées au commutateur. Le courant engendré par ces aimants capables de supporter ensemble un poids de 18 kil. donne à l'électro-aimant la possibilité de supporter 490 kil. La seconde machine a une armature de 125 millim. de diamètre, celle de la troisième est de 254 millim. et son électro-aimant pèse à peu près 3 tonnes; la machine entière pesant environ 4 tonnes et demie. Elle est pourvue de 2 armature : l'une pour la production de l'électricité en quantité et l'autre en intensité. L'armature pour l'intensité a un fil du numéro 11, de 3 millim. de diamètre; le fil a 115 mètres de long et pèse 105 kil. L'armature pour la quantité a un fil de 20 mètres de long et pèse 156 kil. Les armatures des trois machines ont une vitesse de 1500 tours par minute.

Les effets énergiques produits par cette machine ont été décrits. Des tiges de fer cylindriques de 375 millim. de long et 6 millim. de diamètre ont été fondues par le courant induit, et 6 mètres de fil de fer numéro 16, de 1 millim. et demi de diamètre, ont été portés au rouge. Avec des tiges de charbon de 12 millim. au carré, la lumière électrique est si intense que, a 60 cent. de cette lumière, un morceau de papier photographique sensibilisé est noirci en 20 secondes, au même degré que s'il était exposé pendant 60 secondes au soleil de midi, par un beau jour du mois de mars. MM. Wilde et Cᵉ fabriquent aussi des machines que l'on manœuvre à la main. Ils feront faire un grand pas à la science, s'ils parviennent à en construire qui produisent un courant égal à celui de 60 à 80 éléments de Grove. Cela permettrait de populariser dans les petites villes ou dans les écoles, la production des effets électriques énergiques que la dépense empêche souvent de réaliser. (*The Engineer.*)

### Le cycloscope de M. H. Temple Humphreys.

(Planche XXI.)

De nos jours où les chemins de fer se multiplient tant, les travaux préparatoires demandent à être exécutés avec rapidité et exactitude. L'emploi du théodolite est impossible à cause de son prix, de son poids et des difficultés de sa manipulation. Il serait bien à désirer qu'on pût avoir un instrument à bon marché, portatif et qui permît de tracer des chemins de fer ou des courbes.

Le cycloscope ne coûte guère que le dixième du prix d'un bon théodolite de 15 cent., et il remplit bien mieux le but sous le rapport du temps et de la peine, de plus il diminue complétement les chances d'erreur. C'est un instrument qui produit un certain nombre d'images réfléchies d'un objet que l'on vise par des réflexions multiples, à la surface de deux miroirs plans, de telle sorte que l'observateur voit un grand nombre d'images dont l'intensité va en s'affaiblissant peu à peu. Les dix premières à peu près peuvent servir à mettre en place les jalons qui indiquent le commencement de la courbe. La manière de procéder est exactement la même que la méthode américaine des degrés, ou la méthode des distances angulaires; elle n'en diffère que dans la manière d'obtenir l'angle des tangentes. Un coup d'œil jeté sur le dessin de l'appareil, qui est représenté en vraie grandeur, en montrera les détails.

Deux miroirs plans sont placés en face l'un de l'autre dans deux bouts de tubes qui se vissent l'un sur l'autre, de telle sorte qu'en vissant simplement le tube intérieur sur le tube extérieur, l'angle du miroir mobile B avec le miroir fixe A est altéré. Le miroir B n'est argenté qu'à moitié hauteur, et l'on applique l'œil à la partie postérieure du miroir A, qui est complétement argenté. L'œil se met au centre en un point où la couche réfléchissante est enlevée. L'objet est vu directement, et ses images réfléchies successives sont vues toutes en même temps. On peut alors planter en ligne plusieurs jalons, tandis que l'instrument est placé dans l'alignement de l'objet et de la ligne C, qui est tracée sur le miroir B. Le bord du tube extérieur est gradué en minutes, tandis que les degrés se lisent sur le tube intérieur.



Après avoir mis l'instrument à la distance angulaire voulue, il n'y a plus à y toucher pour achever la courbe de rayon donné et de longueur donnée, et il n'y a rien à maintenir fixe, si ce n'est peut-être le support pour la main, que l'on peut placer sur un jalon planté en terre au commencement de la courbe ou ailleurs, si la commodité de la vision l'exige.

On trouvera dans les formules suivantes la démonstration du principe de l'instrument.

Soit $AQ = \alpha$, $BQ = T$. Alors $AQ_1 = \alpha$, et $QQ_1 = 2\alpha$,

puis $QQ_2 = T + T + 2\alpha = 2\alpha + 2T$, et $QQ_3 = \alpha + 2\alpha + 2T + \alpha = 4\alpha + 2T$.

En général $QQ_{2n} = 2n\alpha + 2nT$, et $QQ_{2n+1} = (2n+2)\alpha + 2nT$.

De même $QQ'_{2n} = 2n\alpha + 2nT$, et $QQ'_{2n+2} = 2n\alpha + (2n+2)T$.

On verrait, dans tous les traités d'optique, que les images successives sont par rapport aux miroirs symétriques les unes des autres.

La courbe des images est mathématiquement un cercle, et les images sont à égale distance l'une de l'autre sur la circonférence d'un cercle. Leur distance en degrés est le double de l'angle que font les deux miroirs. La distance de l'instrument aux premiers jalons importe peu. Toutes les autres images se forment derrière lui sur la circonférence qui a pour centre l'intersection des deux miroirs, et leur distance angulaire est indépendante de la distance du premier jalon à l'œil. La courbe peut être continuée tout autour de la circonférence du cercle, sans autre secours qu'une chaîne. De chaque station on peut planter quatre ou cinq jalons.

Le cycloscope peut être employé comme goniomètre pour mesurer les angles des cristaux ou pour mesurer les distances. M. Temple Humphrey en a confié la construction à M. Stanley, constructeur d'instruments de mathématiques, Great-Turnstile-Hobborn, W. C. (*The Engineer.*)

---

# VARIÉTÉS.

## Palan de sûreté ; arrêt spontané du fardeau.

(Planche XXII, fig. 4, 5 et 6.)

Ce palan consiste en deux moufles placées l'une dans le haut de l'appareil, l'autre dans la partie inférieure, et reliées par les cordes d'enroulement. (Voir fig. 4 et 5.) Comme on le voit, la moufle inférieure ne présente aucun détail nouveau. Quant à la moufle supérieure, en voici la disposition :

Au crochet de suspension C sont attachées la chape R et la traverse *t*. Deux plaques jumelles *l*, *l*, réunies par des entre-toises, renferment les poulies et sont fixées sur le boulon *m*.

Le coffre formé par les deux plaques jumelles est susceptible d'un mouvement de bascule dont le boulon central *m* est le pivot. Si le fardeau l'emporte sur le garant G, le coffre prendra la position indiquée en traits ponctués, pour revenir à la position primitive, alors que le fardeau placé en T cessera de l'emporter sur l'effort du garant.

Voici maintenant comment s'opère l'arrêt spontané du fardeau : le mouvement de bascule est limité d'un côté par l'arrêt ou le frein *x*, et de l'autre (Voir fig. 6 le cliquet de retenue) par le garant G retombant sur la poulie de droite. Dans ce point de contact, il se produit une pression d'autant plus grande que le fardeau sera plus puissant, et le fardeau soulevé s'arrêtera de lui-même, en vertu même de l'action de son poids.

Lorsqu'il s'agit de descendre un fardeau, l'arrêt *x*, qui fonctionne dès qu'on lâche le garant, pourrait devenir un inconvénient ; mais au moyen d'une tige placée à l'extrémité du coffre qui renferme les poulies, et à l'aide d'une corde sur laquelle on tire, on imprime au palan un mouvement de bascule qui fait descendre le fardeau.

On peut aussi se servir d'un cliquet *v* à tige annulaire, commandé par la corde du garant et devant obéir à la tension de droite ou de gauche, ce qui permet d'embrayer ou de débrayer la dent du cliquet de dessous la traverse *t*.

Ce palan de sûreté à bascule-frein a été breveté par M. Jamet, mécanicien à Paris.

### Machine à classer les minerais.

(Planche XXII, fig. 7 et 8.)

La machine très-ingénieuse que représentent nos figures 7 et 8 de la planche XXII est employée dans une des principales mines du comté de Devon, pour séparer les déchets des minerais de cuivre qu'ils contiennent.

Les déchets d'égale grosseur sont placés dans la trémie D (fig. *c* et *d*) d'où ils sont conduits dans une boîte oblongue A qui constitue le crible muni d'un fond perforé, en cuivre. Ce crible est suspendu à l'une des extrémités d'un levier.

C est une boîte pour recevoir des poids, qu'on charge un peu plus qu'il ne le faut pour soulever le crible A lorsqu'il est rempli de minerais; O est une came destinée à faire lever le levier et à mettre en mouvement le crible A.

Le levier ayant été levé par la came O, retombe sur l'arbre F par la force du poids C. Ainsi une secousse de va-et-vient est imprimée dans une direction verticale au crible A, dans lequel on a eu soin de mettre de l'eau. Le mouvement de haut en bas du crible fait entrer l'eau dans les trous du fond, pendant que les minerais les plus gros descendent, et que ceux qui sont plus légers occupent la partie supérieure. Le crible est ensuite soulevé par le levier G dans la position indiquée par les lignes ponctuées, et il est retenu dans cette position, parce qu'on attache la tige H à l'arrêt I.

La matière désormais inerte est enlevée, le minerai est recueilli et on recommence l'opération.

Cette opération donne nécessairement trois sortes de résultats :

La première sorte est le minerai cherché, mélangé avec un autre minerai de pesanteur spécifique égale ou supérieure, comme cela a lieu pour le minerai de cuivre jaune ou pyrites de cuivre qui contiennent souvent d'assez grandes quantités de mundic ou de pyrite de fer; la pesanteur spécifique des premières est de 4,159, celle des dernières est de 4,830, et c'est la pesanteur des pyrites de fer qui facilite leur séparation.

La seconde sorte consiste en minerai contenant des substances terreuses, et la troisième ne présente plus que des déchets.

Les résultats de la deuxième sorte sont traités de nouveau et l'opération se répète jusqu'à ce qu'elle cesse d'être productive. Ainsi des minerais qui contiennent seulement 1 1/4 ou 1 1/2 p. 100 de métal peuvent être travaillés de manière à donner 9 ou 10 p. 100 de cuivre, ce qui est un résultat important pourvu qu'on puisse se procurer facilement l'eau nécessaire.

### Brasseries. — Cuves de fermentation en verre.

M. Seldmayr, à Munich, essaya de faire exécuter une cuve cubique de cinq tables en verre. Celle du fond avait 2 mètres carrés, la hauteur des parois était de $1^m,50$. Pour l'assemblage, le fond fut posé sur un massif en maçonnerie dans du sable fin. La juxtaposition des parois verticales fut faite au moyen de rubans de caoutchouc pressés par des garnissages de bois pour fermer entièrement le réservoir. Le tout fut entouré de maçonnerie en ciment et garni à sa partie supérieure d'un cadre en bois.

Pour l'ouverture d'écoulement pour la bière et le ferment, on perça un trou dans la plaque du fond de la grosseur du tuyau avec quatre trous plus faibles autour. On adapta une plaque tubulée en laiton avec pas de vis au moyen de quatre vis. Le



out fut rendu étanche par des plaquettes en caoutchouc. Ce travail fut difficile, entraina des cassures et des fentes dans la glace. Cette dernière avait 14 millimètres d'épaisseur.

L'appareil coûte le double d'une cuve en bois et fer, mais la fermentation se fait d'une manière exceptionnelle. *Les températures ne s'élèvent pas si haut que dans les cuves en bois; elles sont très-régulières pendant les différentes périodes, très-claires et donnent naissance à un beau ferment.* La cuve peut être utilisée pour les distilleries d'eau-de-vie. (*Le Brasseur bavarois.*)

**Utilisation des déchets de tôle**, par M. Juste Fuchs.

Chez les ferblantiers et les fabricants de boutons se trouve perdue souvent une quantité considérable de rognures. L'auteur de l'article propose de se servir de vases en grès contenant de l'acide chlorhydrique et munis de robinets. Il faut y ajouter de l'acide azotique, dans une proportion de 6 à 7 p. 100. Au bout de 12 à 13 heures, le zinc a disparu des rognures. Pour s'en assurer, il suffit de chauffer ces dernières et reconnaître les nuances caractéristiques de la tôle échauffée. L'opération terminée, on se sert des eaux acides du premier vase pour un deuxième tout préparé à l'avance. Les rognures en tôle sont séchées et vendues au prix de vieux fer, et le zinc se réunit en masse dans un bassin en bois au contact d'une tige de même métal, au bout de 20 à 24 heures. On sèche, on fond le produit et on retire le zinc métallique.

Voici les résultats qu'on obtient :

On dépense :

| | fr. c. |
|---|---|
| 100 kilog. de rognures, à 2 fr. 50 les 50 kilog........... | 5,00 |
| 19 kilog. acide chlorhydrique, à 3 fr. 75 les 50 kilog.. | 1,40 |
| 3 kilog. acide azotique.......................... | 1,65 |
| 3 kilog. zinc.................................. | 1,50 |
| Total.......................... | 9,55 |

Voici maintenant les produits obtenus avec 9 fr. 55 de dépense :

| | |
|---|---|
| 90 kilog. tôle ou ferraille, valant.................... | 7,00 |
| 5 kilog. zinc, valant.......................... | 11,00 |
| Total.......................... | 18,00 |

Le bénéfice de l'opération paraît évident.

(*Journal scientifique de Breslau, n*° 25.)

**Le nouveau câble transatlantique.**

(Planche XXII, fig. 9, 10 et 11.)

L'opération de la pose du nouveau câble transatlantique a parfaitement réussi : l'électricité unit les deux grands continents. Voici sur ce câble quelques détails que nous empruntons aux journaux anglais.

Les figures 9 et 10 de notre planche représentent le câble transatlantique tel qu'il apparaît à l'extérieur et une section intérieure. Ces deux figures sont de grandeur naturelle.

Le câble consiste en un cordon de cuivre de sept fils, dont six sont placés tout autour du septième qui est au centre : on a pensé que cette disposition préviendrait la possibilité de la rupture de tous les fils à la fois. Le cordon de cuivre pèse 300 livres (136 kilog.) par mille marin ($1^k$,852), soit $73^k$,43 par kilomètre; il est placé dans un ciment qui le fait adhérer fortement à l'enveloppe en gutta-percha et l'empêche de jouer à l'intérieur.

Les fils conducteurs sont isolés par quatre couches de gutta-percha qui alternent avec quatre couches de ciment.

Le poids est de 400 livres par mille marin (environ 98 kilog. par kilomètre); le

diamètre de l'âme est de 0p,464 = 0m,0116 et la circonférence est de 1p,392 = 0m,0348.

La protection extérieure de l'enveloppe est beaucoup moins dispendieuse que celle employée l'année dernière, parce qu'au lieu de saturer de caoutchouc et de compositions goudronneuses les cordes qui entourent les fils de fer, on s'est borné à se servir de fils tors ou de chanvre de Manille. Le goudron ayant été peu efficace pour protéger les fils de fer, on a cru pouvoir se dispenser de son emploi pour le nouveau câble.

L'enveloppe extérieure, l'armature, consiste cette année en dix fils solides de fer homogène. Légèrement galvanisé, chaque fil de fer est séparément entouré de cinq cordes de fils de Manille et le tout est placé en spirale autour de l'âme, comme le montre la figure, les intervalles étant remplis de chanvre commun saturé d'une composition préservatrice qui n'est pas de nature goudronneuse ou non conductrice, afin sans doute de ne gêner en rien l'action électrique.

Le poids dans l'air est de 31 cwt (hundredweights) par mille marin, de 14 3/4 cwt dans l'eau, le poids de rupture est de 8 tonnes 2 cwt. (En traduisant ces chiffres, nous trouvons : poids dans l'air par kilomètre, 850 kilog. ; dans l'eau, 404 kilog. ; poids de rupture, 8,230 kilog.)

La galvanisation des fils qui servent de doublage aurait diminué, dit-on, leur résistance à la rupture ; mais elle aurait, par contre, augmenté la résistance du câble, parce que l'allongement du fil a maintenant pour résultat de faire supporter une partie de la résistance par les fils en Manille avant de produire une rupture.

Les fils qui entourent l'âme sont placés en forme d'hélice, ce qui a le défaut de rendre le câble plus vulnérable que si les fils avaient été placés en long. Mais ce défaut est racheté par la flexibilité et l'absence d'élasticité. Du reste, ce mode a subi l'épreuve de l'expérience, et bien qu'il ne soit peut-être pas conforme aux préceptes de la théorie, on l'a accepté plutôt que de se hasarder à essayer une autre manière de placement dans un câble transatlantique.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

### Travaux exécutés par une Compagnie de chemin de fer et livrés à l'État. — Demande par un propriétaire en restitution des terrains et en indemnité. — Compétence.

La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest a fait pour son compte des travaux de construction qu'elle était tenue de livrer à l'État et qui furent exécutés sur un terrain appartenant à un particulier. Ce dernier intenta une action devant le tribunal civil de la Seine, contre la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, pour la faire condamner à remettre le propriétaire en possession du terrain dont il avait été dépossédé, et à rétablir ce terrain dans son état primitif, sinon à payer 100,000 fr. pour la valeur dudit terrain, et, en tout cas, 20,000 fr. pour privation de jouissance.

Par un jugement du 11 juillet 1865, le tribunal se déclara incompétent en se fondant sur ce double motif :

1° Que la Compagnie ayant agi comme entrepreneur de travaux publics, l'action en indemnité du dommage par elle causé serait de la compétence de l'autorité administrative, aux termes de l'art. 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII ;

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



2° Que les terrains dont il s'agit faisant aujourd'hui partie du port de Fécamp et étant affectés à un service public, les tribunaux ordinaires étaient incompétents pour statuer sur la demande à fin de restitution et de rétablissement desdits terrains dans leur état primitif.

Mais, sur l'appel du propriétaire du terrain envahi, la Cour a infirmé la décision des premiers juges.

Elle a décidé sur le premier moyen : « Que la Compagnie, en exécutant pour son compte et à ses frais des travaux de construction qu'elle était tenue plus tard de livrer à l'État, n'avait pas la qualité d'entrepreneur de travaux publics, et que cette Compagnie, qui personnellement et dans son intérêt privé s'est emparée du fonds d'autrui, ne peut, pour échapper à l'action du propriétaire, se prévaloir d'un fait ultérieur, c'est-à-dire de la livraison par elle faite à l'État des travaux et du terrain sur lequel ils ont été exécutés. »

Sur le second point la Cour a jugé : « Que, par la cession à l'État d'un terrain usurpé, l'usurpateur ne peut ni se décharger de la responsabilité, ni changer à son profit l'ordre des juridictions. »

En conséquence, la Cour a renvoyé la cause et les parties devant les juges civils pour être statué sur la demande du propriétaire du terrain usurpé. (Arrêt du 2 juin 1866[1].)

**Ouvrier fondeur. — Ressuyage des creusets par immersion. — Explosion. — Blessures. — Dommages-intérêts.**

Le moyen employé trop souvent dans les usines pour ressuyer les creusets incandescents et qui consiste à les plonger dans une cuve remplie d'eau froide, amène de fréquentes explosions et cause aux ouvriers des blessures plus ou moins graves.

Lorque ce moyen, employé dans une usine, devient la cause d'un accident, il y a imprudence réciproque du patron et de l'ouvrier; c'est ce que la Cour de Paris a très-sagement décidé par un arrêt récent en accordant une indemnité à un ouvrier blessé, mais en tenant compte, dans l'appréciation des dommages-intérêts, de l'imprudence de la victime, en même temps que de celle du patron[2].

**Travaux publics. — Demande d'un entrepreneur à l'effet d'obtenir un supplément sur le prix convenu. — Rejet.**

Le 23 septembre 1859, un sieur Mottet s'était rendu adjudicataire des travaux de percement de deux tunnels sur la route du Val-de-Fier, établie alors par un *consorce* ou association de diverses communes, et formant aujourd'hui la route départementale n° 6 (Département de la Haute-Savoie).

Cet entrepreneur réclama un supplément de prix en se fondant sur la durée et la difficulté exceptionnelles des travaux.

Mais, par un arrêté du 28 mars 1866, le conseil de préfecture du département a repoussé cette demande en se fondant sur ce que : si la durée des travaux avait dépassé celle prévue par le cahier des charges, l'entrepreneur devait se l'imputer à lui-même, et sur ce que, d'un autre côté, le sieur Mottet avait accepté, sans réserve, un prix uniforme qui s'appliquait aussi bien aux simples mouvements de terre qu'aux extractions de roches; que, dès lors, il n'était pas fondé à réclamer une indemnité en raison de cette circonstance, que le rocher aurait été beaucoup plus dur à l'intérieur du tunnel qu'à l'extérieur[3].

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

1. *Gazette des Tribunaux* du 9 juin 1866.
2. Arrêt du 19 avril 1866. (*Gazette des Tribunaux* du 6 juin.)
3. *Moniteur des travaux publics* du 21 juillet 1866.

# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

### MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 202 50 |
| — des États-Unis | » » |
| — du Chili, brut | 195 » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | » » |
| Étain Banca | 215 » |
| — des détroits | 205 « |
| — anglais | 202 50 |
| Plomb brut de France | 50 50 |
| — d'Espagne | 52 » |
| — d'Angleterre | 51 » |
| Zinc brut de Silésie | 54 50 |
| Autres provenances | 53 50 |

### MARSEILLE (entrepôt).

| | |
|---|---|
| Aciers de Suède, nº 1 | 48 » |
| — 0 | 50 » |
| — 00 | 52 » |
| Aciers de Trieste, nº 1 | 58 » |
| — 0 | 60 » |
| — 00 | 62 » |
| Fers anglais | 25 » |
| — de Suède | 35 » |

### SAINT-DIZIER.

| | |
|---|---|
| Fontes au bois pour affinage | 110 » |
| Fonte métis au coke | 75 » |
| Fers au bois | 220 » |
| Fers marchands | 210 à 220 |
| Fers au coke | » » |

### HUILES.

| | |
|---|---|
| Colza brute (tous fûts) 100 kil. | 98 » |
| — en tonne | 99 50 |
| — épurée | 107 50 |
| Lin brute (tous fûts) | 102 » |
| OEillette commune (hectolitre) | 160 » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 » |

### PRODUITS CHIMIQUES (les 100$^k$ à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Acide acétique, 8 | 49 à 50 |
| — muriatique | 6 50 à 7 |
| — nitrique, 40 | 48 » |
| — — 36 | 38 » |
| — sulfurique, 66 | 14 à 15 |
| — — 53 | 8 50 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 » |
| Nitrate de potasse brut | 58 » |
| — raffiné | 64 » |
| Nitro-benzine | 1 80 |
| Sel de soude (75 à 76) | 36 à 39 |
| — (80 à 82) | 38 à 42 |
| Sel d'étain | 205 » |

### BOIS.

| | |
|---|---|
| Chêne ordinaire ($0^m$,30) | 75 » |
| — petit arrimage ($0^m$,31 à 40) | 85 » |
| — gros arrimage ($0^m$,41 à 50) | 110 à 140 |
| Sapins ordinaires | 53 » |
| Poutrelles de Norwége | 60 » |
| Chêne d'entrevous | 0 70 |
| — panneau ($0^m$,02) | 1 00 |
| — planche ($0^m$,0034) | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 35 |
| Sapins de Lorraine ($0^m$,027) | 0 75 |

### MAÇONNERIE.

(Paris, octroi, transport compris).

| | |
|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 » |
| Chaux hydraulique | » |
| — grasse | 28 » |
| Ciment de Portland 100 k. | 9 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m. c. | 90 » |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 50 |
| Sable de rivière | 7 25 |
| — de plaine | 4 50 |
| Moellons durs | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.



# NOTE

SUR LES

# TRAVAUX DE L'ISTHME DE SUEZ,

PAR M. A. CHAUVEAU DES ROCHES, ingénieur.

(Planche XXVI, Fig. 1 et 2.)

## I

Le percement de l'isthme de Suez, dans les conditions où il s'exécute actuellement, a été conçu en 1854.

A l'instigation de M. de Lesseps une commission composée de :

MM. Renaud, ingénieur français.
Lieusson, — —
Rigault de Genouilly, amiral français.
Conrad, ingénieur hollandais.
Lentze, — prussien.
Randel, — anglais.
Mac Clean — —
Mamby, — —
Harris, capitaine de vaisseau, anglais.
Paleocapa, ingénieur italien.
Negrelli, — autrichien.

se réunit à Paris en 1856. Après mûr examen un tracé fut adopté; mais il s'écoula un certain temps avant que la société fût organisée sous le rapport financier, et ce ne fut qu'en 1860 que les premiers travaux furent entrepris.

Le percement de l'isthme de Suez sera bien certainement l'une des œuvres les plus gigantesques de notre siècle. Malgré les graves et nombreuses difficultés qui se présentaient tout d'abord, tout le monde a été promptement convaincu que la patience, l'énergie et les ressources des promoteurs de l'œuvre aboutiraient au succès. Cette conviction fut de courte durée. La politique à vues étroites et mesquines suivie pendant quelques années par l'Angleterre, si hostile au canal de Suez et si influente auprès de la Sublime Porte, dut faire craindre à tous ceux qui se tenaient au courant de la question qu'il n'y eût là un obstacle insurmontable à la réalisation de ce beau et utile projet.

Cette période a été rude pour la Compagnie de l'isthme. Point de travail exécuté, temps perdu en démarches sans cesse renouvelées, diffi-

cultés plus grandes surgissant à chaque pas, à mesure que les difficultés déjà soulevées étaient aplanies !

Heureusement pour la gloire de la France, qui tout entière est intéressée au succès de cette œuvre pacifique, la Compagnie ne s'est pas découragée et un avenir moins sombre a semblé s'ouvrir devant elle. Les Anglais paraissent avoir compris que leur intérêt particulier ne peut primer l'intérêt universel qui se trouve en jeu, et qu'au lieu de chercher à faire avorter l'entreprise du percement, ils doivent avoir pour but d'en tirer pour eux le plus d'avantages possibles, quand le canal sera ouvert à la navigation. Le sultan, le vice-roi, laissés enfin à eux-mêmes, font de louables efforts pour venir en aide à la Compagnie concessionnaire.

Cependant, cette année, de nouveaux obstacles ont surgi, financiers cette fois. La Compagnie a été violemment attaquée, et cela en France même, par certains journaux. Nous ne croyons pas qu'ils se soient placés à un point de vue bien exact; leurs attaques semblent, tout au moins, très-exagérées; d'ailleurs nous n'avons point à intervenir dans un débat que les tribunaux ont eu à juger.

## II

Organisés en 1860, puis réorganisés plus tard de manière à donner une grande impulsion aux travaux, les chantiers de l'isthme de Suez occupaient en 1864 un personnel de 10,000 ouvriers, lorsque le choléra, importé dans l'isthme par les pèlerins revenant de la Mecque, envahit cette agglomération, et fit baisser le chiffre, tant par les décès que par les départs, jusqu'à 5 ou 6,000. Mais l'élévation des salaires eut bientôt attiré, dès que l'épidémie fut à son déclin, toute une nouvelle population, non-seulement de manœuvres, mais d'ouvriers spéciaux venus de tous les pays de l'Europe et d'Asie; l'on peut voir dans le tableau ci-dessous la manière dont sont répartis les travailleurs sur les divers chantiers :

Les ouvriers venus de Palestine, de Syrie, d'Arabie, d'Égypte, sont au nombre de 10,846; les Européens atteignent le chiffre de 7,954; ensemble 18,800. Les Européens prédominent à Port-Saïd, Raz el Hiche (c'est-à-dire vers la Méditerranée), on en compte 3,935 contre 2,750; ils sont en nombre inférieur vers le sud, excepté à Chalouf (607 contre 460).

| CHANTIERS. | TRAVAIL A EXÉCUTER. | NOMBRE D'OUVRIERS | |
|---|---|---|---|
| Port-Saïd......... <br> Raz el Hiche...... <br> Kantarah.......... | 22,000,000m³ de déblais ; les digues de Port-Saïd cubant 250,000 et la traversée du lac Menzaleh.......................... | 6,250 <br> 450 <br> 1,550 | 8,250 |
| El Guisr.......... | 4,400,000m³ environ à déblayer........... | 2,000 | 2,000 |
| Ismaïlia.......... <br> Canal d'eau douce. | 2,000,000m³ environ (3 millions ont été enlevés en un mois par 80,000 hommes)... | 4,350 <br> 700 | 5,050 |
| Serapeum........ <br> Chalouf el Teraba. <br> Suez............. | 24,500,000m³ à extraire et le port de Suez à mettre à hauteur de sa destination... | 1,750 <br> 1,050 <br> 700 | 3,500 |
| | Total................... | | 18,800 |

Poste et télégraphe, transports, service médical, vente des choses nécessaires à la vie, tout est organisé régulièrement et fonctionne bien. Jadis la Compagnie s'occupait elle-même de la vente des denrées; maintenant la présence de près de 1,500 industriels de toute espèce, dont une moitié vient d'Europe, lui permet de ne plus s'en donner le souci. Une seule chose laissait à désirer, c'était l'alimentation d'eau douce pour les chantiers entre Port-Saïd et Ismaïlia, y compris la ville de Port-Saïd; on ne disposait que de $500^{m^3}$ par jour débités par une conduite. L'établissement d'une seconde conduite qui peut fournir le triple, a donné récemment satisfaction à ces besoins.

L'eau du canal d'eau douce est élevée par des machines à vapeur jusque dans un réservoir en tôle de grande capacité, d'où des tuyaux la conduisent jusqu'à la Méditerranée, lui permettant ainsi de traverser le lac Menzaleh.

## III

Le canal d'eau douce, qui amène dans le désert les eaux du Nil, se compose de deux tronçons.

Le premier, qui est terminé, part de Gassassine, à l'est de la vallée de l'Ouady, prenant naissance dans le vaste bassin où aboutit le canal de Zagazig venant du Nil. Le canal dont la largeur au plan d'eau est de $12^m,50$ et la profondeur moyenne $1^m,20$, se dirige avec une pente de 0,000013 sur Ismaïlia près du lac Timsah; son parcours est de 36 kilomètres.

A Nefich, au kilom. 32, se détache vers le sud la branche de Suez longue de 90 kilom. avec pente de $0^m,00003$. Cette branche, à cause de la pente, est coupée par 5 écluses pour diminuer la dépense d'eau.

Le second tronçon est destiné à amener à Gassassine les eaux du Nil, sans recourir au canal de Zagazig, et en les prenant au Caire même. Cela est important pour l'abondance et la régularité, deux choses qui manquent au canal de Zagazig. Il y avait en totalité 7 millions de mètres cubes à déblayer; au 5 octobre 1865 il restait 5 millions; récemment le vice-roi y a mis 80,000 ouvriers qui, en un mois, ont extrait 3 millions de mètres, soit $1^{m^3},25$ par homme et par jour compris fouille, charge, mise en dépôt, etc. Si ce chantier reste ainsi organisé, en quelques semaines le travail sera terminé.

Reste la prise d'eau du Caire qui a ses fondations à 3 mètres en contre-bas des plus basses eaux du Nil et qui n'a pu être commencée assez tôt l'an dernier; la crue annuelle du Nil aurait rendu vains tous les efforts. Cette année les ingénieurs égyptiens y ont appliqué tous leurs soins et les fondations sont déjà avancées. On peut regarder la difficulté comme vaincue, car la mise en place des portes et appareils destinés à les mouvoir est chose courante.

La Compagnie n'avait à faire que 15 kilom. près de Gassassine, comportant à peu près $900,000^{m^3}$; il en reste encore $40,000^{m^3}$. Tout compris, le mètre cube aura coûté $0^f,77$ dans ce chantier.

La partie de Gassassine à Suez devait être effectuée par les *fellahs* et il

en fut ainsi jusqu'en 1862; le gouvernement les fournissait au moyen de la *corvée*. Chaque village contribuait à l'œuvre par la formation d'un *contingent* guidé par son *cheik*, contingent qui travaillait un mois, puis, ce temps passé, revenait au village. Les fellahs convenaient admirablement aux travaux du désert; ils se pliaient à toutes ses exigences; mais on ne pouvait obtenir d'eux l'emploi d'engins perfectionnés. La pioche et le panier, tels étaient leurs uniques outils.

Leur salaire était peu élevé; voici quelques notes à cet égard : Pour 4,350,000$^{m^3}$ enlevés, 18,000 fellahs par jour travaillèrent pendant 10 mois de 25 jours effectifs, soit pendant 250 jours. Ils reçurent :

| | | |
|---|---|---|
| Salaire. | 1,000,000$^f$ | 2,300,000$^f$ |
| Vivres. | 487,000 | |
| Eau. | 420,000 | |
| Paniers. | 168,000 | |
| Réparations d'outils. | 160,000 | |
| Frais généraux. | 65,000 | |

18,000 ouvriers en 250 jours, donnent 4,500,000 journées.

Chaque homme faisait donc, en moyenne, 1 mètre cube par jour, ce qui concorde avec ce que nous avons vu précédemment.

Par mètre cube chacun a reçu : pour salaire... $\frac{1,000,000}{4,350,000} = 0^f.23$

Id. id. pour vivres... $\frac{487,000}{4,350,000} = 0^f.11$

Ensemble.................. $0^f.34$

Mais comme ils ne travaillaient que 25 jours au lieu de 30, leur salaire journalier n'était réellement que $\frac{0,34 \times 25}{30} = 0^f,28$.

Quant au prix de revient du mètre cube, pour fouille et charge il fut de $\frac{2,300,000}{4,350,000} = 0^f,53$.

En 1862, Ismaïl Pacha, à l'instigation du gouvernement de la Grande-Bretagne, supprima le travail des *fellahs;* on en référa à l'empereur Napoléon III dont la sentence arbitrale est connue. Moyennant une indemnité de 70 millions à payer par l'Égypte, le décret d'Ismaïl Pacha est maintenu.

## IV

La longueur du canal maritime entre la mer Méditerranée et la mer Rouge est de 160 kilomètres (fig. 1).

La profondeur d'eau est fixée à 8 mètres, ce qui est suffisant pour les plus forts navires de commerce. La largeur primitivement fixée au plan d'eau était de 80 mètres jusqu'aux lacs Amers et de 100 mètres jusqu'à Suez. Par des motifs d'économie on avait réduit ces deux largeurs à 56 mètres et 80 mètres, mais en conservant la profondeur, et donnant aux talus 2 mètres de base sur 1 mètre de hauteur avec banquette de 2 mètres de large, à 1 mètre au-dessus du plan d'eau.

Comme les dépôts trop rapprochés du canal, principalement dans les

terrains si fluents du lac Menzaleh, pouvaient déterminer par la suite un rétrécissement de la section, et qu'en outre ils devaient créer une difficulté énorme si plus tard l'élargissement du passage devenait nécessaire, la Compagnie a été conduite à accepter la proposition faite par les entrepreneurs de porter les *dépôts* beaucoup plus loin (une invention récente de MM. Borel et Lavalley donne la possibilité de le faire économiquement) et à rétablir la largeur primitive de 100 mètres dans les lacs ; on maintient 56 mètres pour les tronçons qui franchissent le seuil d'El Guisr, etc.

Dans les lacs Menzaleh et Ballah on a commencé par creuser un chenal ou petit canal de chaque côté (fig. 2), le long de la berge définitive du canal maritime. Ce chenal a 15 mètres environ au plan d'eau, et $1^{m},50$ à $2^{m},00$ de profondeur d'eau. Les terres extraites de la fouille ont été transportées latéralement, pour former le commencement de la digue qui doit un jour séparer le canal maritime des lacs. On comprend quelles difficultés doivent être surmontées dans des parties où les tempêtes agitent le lac jusqu'au fond composé de boue sablonneuse. Ce fond est aussi celui du canal. Il faut recourir aux pieux et clayonnages pour consolider, et donner aux digues une plus grande base.

On trouve, par une circonstance heureuse, dans la traversée du lac Ballah une quantité assez forte de gypse qu'on utilise pour recouvrir d'enrochements ou perrés certaines parties trop peu solides des digues. Le cube de ces perrés, etc., a d'ailleurs beaucoup diminué par suite de l'élargissement du canal et de l'adoption d'une pente plus douce pour les talus[1].

En 1865-66 on s'est borné à agrandir le chenal de chaque côté pour permettre aux dragues allant vers Suez, d'y passer toutes montées. De plus, on espérait y faire passer les marchandises d'une mer à l'autre, le transit devant produire des ressources pour la Compagnie. On saura prochainement si l'espérance était fondée, car la Société d'entreprise des transports est organisée depuis peu.

Le choléra de 1865 avait dépeuplé ces chantiers. Depuis octobre il y a eu forte reprise et plus de 9,000 ouvriers sont occupés sur ces 60 premiers kilomètres. Le matériel neuf est livré, le vieux a été remis en état, tout s'est organisé, et la période de *lenteur* a certainement pris fin.

32 dragues pouvant faire environ $1,800^{m^3},00$ de déblai par jour[2], et dont les produits sont tantôt conduits en mer au moyen de remorqueurs, tantôt versés à l'aide de couloirs sur les digues latérales, sont appliquées à ce travail. Une particularité remarquable de l'installation est que les couloirs sont lavés d'une manière permanente et continue par un courant d'eau assez abondant pour qu'ils ne puissent s'engorger.

En adoptant, au lieu du chiffre de $1,800^{m^3},00$ signalé par M. de Lesseps,

1. On fabrique, au lieu d'extraction, du plâtre qu'on utilise, soit aux travaux mêmes de l'isthme, soit pour le vendre à l'exportation.

2. Rapport de M. de Lesseps. MM. Badois et Flachat donnent comme déblai théorique 4 à $5,000^{m^3}$ et comme minimum pratique 1.000 à $1.200^{m^3}$.



la moitié seulement de ce chiffre, on a un cube total par jour de $900 \times 32 = 28,800^{m3}$; supposons à cause des temps d'arrêt, des détériorations de quelques dragues, etc., que ce cube se réduise à $22,000^{m3}$, le canal à creuser comportant 22 millions de mètres, on l'a vu plus haut, il faudrait pour terminer cette portion 1,000 journées de travail effectif, ou 40 mois à peu près.

A la suite de ces chantiers viennent ceux d'El Ferdane et ceux plus importants d'El Guisr, d'ensemble un peu plus de 14 kilomètres et devant fournir un cube de $4,500,000^{m3}$ à sec dont $60,000^{m3}$ de pierre calcaire, et $4,400,000^{m3}$ sous l'eau. 2,000 travailleurs y sont installés.

Une partie, environ $500,000^{m3}$ a été déblayée en régie sous les ordres de M. l'ingénieur Gioia; l'autre partie avait été confiée à l'entreprise Couvreux; M. de Lesseps affirme que ces 4 millions de mètres cubes seront enlevés avant la fin de 1867 si les travaux continuent avec la même activité qu'ils ont actuellement. Il ne sera pas nécessaire que ce lot soit terminé pour que MM. Borel et Lavalley, à qui ont été adjugés les déblais sous l'eau, puissent commencer leurs dragages. Déjà à l'amont, dans l'ancien chantier de régie, 5 excavateurs marchent nuit et jour. Dès que M. Couvreux leur aura livré un passage suffisamment large pour leurs engins, ils s'installeront sur toute la longueur du seuil.

Plus loin vient le lac de Timsah et le mamelon de Toussoum ou Seuil de Serapeum; c'est un des points en retard, il n'y a presque rien de fait; on s'est seulement organisé. Primitivement on avait songé à créer à Timsah un vaste port intérieur; mais le retard de ce tronçon, et la dépense supplémentaire qui résulterait de la mise à exécution de cette idée, ont conduit à y renoncer. Le premier but à atteindre, maintenant, est de faire promptement un chenal qu'on alimentera soit d'eau douce, soit d'eau de la mer Rouge, et qui permettra l'accès des dragues sur lesquelles on compte pour regagner le temps perdu, même pour déblayer à sec; aussi n'a-t-on fait encore que des déblais à la brouette et au wagon, mais échelonnés sur toute la longueur d'environ 20 kilomètres. Les ouvriers du vice-roi ont, sur 6 kilomètres, achevé le canal jusqu'à 2 mètres au-dessous du niveau de la mer; à la suite, vers les lacs Amers, sur 8 kilomètres le chenal est ouvert, en contre-bas du canal d'eau douce, auquel le relie une déviation; d'autres artères le relient aux 4 grands bassins creusés exprès pour servir de réservoir. Environ 1,700 ouvriers sont établis sur le parcours.

Tout auprès de Suez, sur environ 20 kilomètres est la tranchée de Chalouf et Teraba, composée de sable argileux à la partie inférieure, et à la partie supérieure de sable compact à l'amont et d'argile compacte à l'aval; au centre est un noyau de grès dur. Avant d'amener l'eau dans le canal pour organiser les dragues, un premier travail était indispensable : c'était l'enlèvement de ces roches de grès dur devant donner approximativement $30,000^{m3}$ et recouvertes par $90,000^{m3}$ de terre. L'entreprise Borel et Lavalley a installé, à Chalouf, des ouvriers en décembre 1865; à l'heure actuelle ils sont au nombre de plus de *mille* et la presque totalité du cube de 120,000 mètres est enlevée.

M. de Lesseps, dans son rapport présenté à l'assemblée générale des actionnaires, le 1er août dernier; dit : « Encore quelques semaines et par « le canal élargi à travers le Seuil d'El Guisr, le lac Timsah sera complé- « tement rempli par les eaux de la Méditerranée, opération qu'on avait « suspendue jusqu'ici afin de ne-pas gêner les travaux à sec. A la même « époque le Nil, en crue depuis la fin de juin, ira remplir les bassins de « Serapeum, le canal d'eau douce laissera passer jusqu'à Suez les dragues « et tous les appareils nécessaires qui n'attendent que ce moment pour « être répartis sur tout le parcours du lac Timsah à la rade de Suez. » Ainsi, avant la fin de 1866, les appareils mécaniques fonctionneront partout.

L'établissement de la deuxième conduite d'eau vers Ismaïlia et Port-Saïd, que nous avons mentionnée déjà, donne la certitude que les machines à vapeur seront toujours amplement pourvues d'eau sans nuire aux intérêts des populations, et que le dragage à sec pourra marcher rapidement et sans encombre.

## V

Les travaux de Port-Saïd, point de départ du canal dans la mer Méditerranée, ont fait des progrès importants.

Dans le principe, pour former l'avant-port, on devait construire deux jetées, l'une au couchant, contre les dangereux vents du N.-O., ayant 3,200 mètres pour arriver jusqu'à 9 mètres d'eau ; elle se recourbait légèrement à son extrémité vers l'autre, celle du couchant. La ligne imaginaire joignant les deux digues, en mer, allait dans la direction du S.-S.-E. au N.-N.-O. La largeur du passage devait être, là, de 1,000 mètres en biais et 400 mètres normalement, les digues étant à peu près parallèles.

Le port intérieur projeté à la suite était un carré de 800 mètres de côté.

Sur la proposition de l'ingénieur des ports de Marseille, une modification fut proposée à une commission technique et acceptée par elle[1]. Les deux digues, non plus parallèles, sont distantes de 1,400 mètres au point de départ, et de 400 mètres en pleine mer; l'avant-port a plus de superficie, offre plus de sécurité, et les longueurs des jetées n'ont pas varié. La surface sera d'environ 230 hectares.

Dès à présent il existe entre les jetées un canal dragué dont la largeur varie de 60 à 100 mètres, et qui a 5 mètres de profondeur d'eau.

Pour le port intérieur, on a renoncé à la forme carrée; il aura la figure d'un entonnoir; sur les bords et normalement on creusera plus tard des bassins de transbordement.

Le rocher ne se rencontrant qu'à une distance très-grande de Port-Saïd, on lui a substitué des roches artificielles ou blocs de béton.

1. MM. les amiraux Rigault de Genouilly, Jurien de la Gravière, Jaurès, et les membres de la commission supérieure des travaux de l'isthme, siégeaient à cette réunion.



Chaque bloc ayant 3m40 de long., 2 mètres de large, 1m50 cube d'épaisseur, cube ainsi $10^{m3}$,200 et pèse plus de 20 tonnes. Les adjudicataires de l'entreprise sont MM. Dussaud frères.

Comme l'on ne peut se procurer ni pierre, ni caillou, les blocs sont faits uniquement de mortier composé de $1^{m3}$,150 de sable de mer, 415 kilogrammes de chaux hydraulique du Theil (excellente pour les travaux en mer, ainsi que l'a démontré l'expérience) et 225 litres d'eau.

Le sable est amené dans des barques où le prend une puissante grue à vapeur; on le laisse un peu sécher, comme la chaux, puis des wagonnets circulant sur des plans inclinés, le conduisent jusqu'à 10 bassins où se fait le mélange. La force motrice est produite par une machine de 70 chevaux. Le mortier fait est porté par wagons jusqu'à des caisses où se donne la forme : après deux heures la prise est suffisante, on démonte la caisse et on laisse le bloc sur le chantier pendant 3 mois avant de l'immerger; pendant ce laps de temps il durcit, et de plus s'il est défectueux, les intempéries le font fendre. Une autre grue à vapeur, à chariot mobile, capable de soulever 40 tonnes et circulant sur des rails de 10 mètres d'écartement, porte le bloc jusqu'à un wagon roulant sur la voie longitudinale, posée sur la digue. A l'avancement une autre grue transborde le bloc sur un ponton dont le plancher supérieur est un plan incliné. A l'aide d'un fort levier le bloc y est maintenu jusqu'à ce que le ponton soit exactement au lieu d'immersion[1].

MM. Dussaud frères se sont engagés à fabriquer et à immerger pour les deux digues 25,000 blocs en trois ans et demi, qui prendront fin en juin 1868. Le prix de revient est de 34 francs par mètre cube.

On emploiera en outre dans les digues $20,000^{m3}$ de pierre qui coûteront 29 francs.

La digue occidentale, la plus urgente, est faite actuellement sur presque moitié de sa longueur (mais non pas moitié du cube); les navires qui n'ont pas besoin de plus de 5 mètres de tirant d'eau peuvent déjà s'abriter derrière elle, car on a dépassé les fonds de 6 mètres; on y travaille depuis moins de 13 mois. Simultanément on immerge les blocs pour la jetée du Levant, depuis plusieurs mois. M. de Lesseps estime que l'immersion se terminera en 1867 et affirme que dès à présent c'est un abri offrant de grandes sécurités, ce qui paraît corroboré par le fait qu'on n'a pas eu à déplorer un seul naufrage en un an, quoiqu'il y ait eu un mouvement de plus de 110,000 tonneaux pour 600 bâtiments.

A la suite de l'avant-port, pour pénétrer dans le port intérieur, doit être creusé un chenal. En ce moment il est exécuté sur 50 mètres de largeur et la profondeur d'eau y varie de 5 à 6 mètres; la même profondeur existe dans la partie draguée au commencement du port intérieur, sur 200 mètres de large. C'est là que les dragues et les bateaux remorquant les toues qu'on va vider à la mer, font leurs manœuvres.

1. Rapport adressé au ministre italien des travaux publics par l'ingénieur Edoardo Kramer, envoyé en 1865 à l'isthme avec les délégués du commerce.

## VI

On espère que, dès à présent, les navires iront décharger à Port-Saïd les marchandises destinées à l'Inde, la Chine, etc.; les toueurs remorquant chacun 1,000 tonnes les conduiraient à Suez, où d'autres navires les reprendraient. L'économie du parcours milite en faveur de cette idée, mais à cause du transbordement et de la gêne que le transit pourrait occasionner aux travaux, l'exécution en paraît un peu prématurée. Néanmoins c'est un résultat obtenu; et la Société des transports est organisée pour un transit journalier de 2,000 tonnes; un train dans chaque direction.

Nous n'avons pas le temps d'entrer ici dans le détail des dragues et accessoires employés aux travaux de l'isthme, et nous renvoyons le lecteur aux deux intéressants mémoires publiés dans le *Recueil* de 1864, de la Société des ingénieurs civils, par MM. les ingénieurs Flachat et Badois (séance des 7 octobre[1] et 4 novembre 1864), ainsi qu'à la discussion savante de la question par MM. Mazilier, Pouchet, Badois et Lencauchez, dans la séance du 15 juin 1866[2]. Nous dirons seulement quelques mots sur ce point.

En présence d'un cube de 80 à 100 millions de mètres à déblayer, le travail de l'homme avec ses outils ordinaires de fouille et charge, et les wagons de terrassement pour transport, était insuffisant. La partie la plus considérable du cube consistant en déblais sous l'eau, l'idée d'employer des dragues se présentait tout naturellement à l'esprit; mais par suite de la grande difficulté de verser les déblais sur berge, il y a eu lieu de faire bien des essais pour le transport des terres.

D'abord on a construit et employé de petites dragues pouvant faire à peu près $400^{m3}$ par jour; elles ont servi pour les petits chenaux creusés tout d'abord; puis on en a construit de grandes, d'une force de 50 chevaux, capables de faire 4 à $5,000^{m3}$ journaliers théoriquement, et en réalité au moins 1,000 à $1,200^{m3}$; ce sont celles dont se servent aujourd'hui les entrepreneurs; dix ont été construites par les ateliers *Forges-et-Chantiers* de la Méditerranée, dix autres sortent des ateliers de M. Gouin. Dans quelques cas spéciaux on remplace les godets par des couteaux pour travailler dans l'argile, quelquefois encore on est obligé de recourir à des outils spéciaux pour vider les godets.

Les terres draguées sont déversées dans des couloirs inclinés vers les berges et équilibrés par des contre-poids; on a essayé infructueusement d'y substituer des toiles sans fin. Lorsque la largeur est très-considérable on a parfois versé les produits d'une drague dans le canal lui-même à 15 ou 18 mètres, à l'aide d'un couloir; là une deuxième drague reprenait ces terres et avec un second couloir les rejetait sur la berge. La nécessité de longs couloirs est facile à comprendre quand on songe à l'inclinaison des talus; les dragues sont encore éloignées de la berge, et déjà elles n'ont plus l'eau nécessaire pour flotter. Un essai tenté aussi en vain a consisté dans l'emploi de grues qui soulevaient d'énormes caisses

1. *Annales du Génie civil*, 3e année, p. 706.
2. *Annales du Génie civil*, 5e année, p. 566 et suivantes.

où l'on versait les déblais, et les portaient sur les bords. Des Anglais avaient pensé à construire de gigantesques couloirs où ils eussent établi des voies, et des wagonnets auraient transporté les terres de la drague au rivage; jusqu'à présent on n'a pas fait de tentative dans ce sens.

Lorsqu'on n'a pas besoin de remblais pour digues latérales, on verse les produits du dragage dans des bateaux chalands que l'on réunit en trains, lesquels sont conduits à la mer par le système du *touage* qui donne les meilleurs résultats; les chalands portent des *clapets de fond* par où on écoule les déblais en mer. Ce système néanmoins présente quelques inconvénients : lenteur des transports, et, partant, nécessité d'un matériel considérable,

M. Badois proposait de jeter les déblais extraits de la drague dans des wagons portés par des pontons qui auraient conduit les wagons chargés jusqu'au lieu d'emploi des terres. Cette proposition paraîtrait offrir des avantages.

Il reste actuellement sur les 160 kilomètres environ 60 millions de mètres à déblayer. Le chantier qui peut inquiéter le plus est celui des lacs Menzaleh et Ballah qui entre dans ce cube pour 22 millions.

Chaque drague peut faire, aux *minima* de 1,000$^{m3}$ journaliers et 250 jours de travail par an, 250,000$^{m3}$, soit 5 millions avec 20 dragues en activité ; et comme on peut arriver à un chiffre de 10 mètres cubes par ouvrier, cela ferait 500,000 journées par an ou 2,000 hommes par jour. Il y a maintenant sur le chantier un effectif plus considérable.

Selon M. Flachat, il faudrait pour ce tronçon le matériel suivant :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22 | dragues de 50 chevaux à 250,000 fr.. ........ | = | 5,500,000$^{fr.}$ |
| 100 | bateaux à clapets de fond à 15,000 fr........... | = | 1,500,000 |
| 90 | bateaux-pontons à 15,000 fr................. | = | 1,350,000 |
| 2 | chaînes de touage 128,000 mèt. à 20 fr........ | = | 2,560,000 |
| 20 | toueurs à 70,000 fr......................... | = | 1,400,000 |
| 6 | remorqueurs à 180,000 fr.................... | = | 1,080,000 |
| 500 | wagons à 3,000 fr.......................... | = | 1,500,000 |
| 15 | locomotives à 50,000 fr..................... | = | 750,000 |
| 50,000 | mètres de voie ferrée à 30 fr................ | = | 1,500,000 |
| | Divers, ateliers, appareils.................... | = | 2,500,000 |
| | | | 19,640,000$^{fr.}$ |

M. Couvreux emploie des dragues à sec ou *excavateurs* pour ses tranchées; on a prétendu avec quelque apparence de raison que le même engin ne peut servir *utilement* dans des terrains différents; néanmoins, quoique M. Couvreux rencontre tantôt du sable et tantôt de l'argile compacte, ses appareils marchent très-bien.

Entre les lacs Amers et Suez, MM. Borel et Lavalley ont formé le projet d'inonder le chantier au moyen du canal d'eau douce pour pouvoir y installer des dragues au lieu de travailler à sec dans des tranchées.

En résumé, partout se présentent de très-grandes difficultés; mais aussi partout il paraît, après examen consciencieux, que les moyens actuels suffiraient, avec du temps, à l'achèvement de l'œuvre. Comme entrepreneurs et ingénieurs rivalisent pour introduire des perfectionnements, on doit espérer que les délais qu'on assigne aujourd'hui comme durée du travail, seront abrégés.

Un seul point est inquiétant, c'est la traversée du lac Menzaleh. Les terres déposées latéralement pour former les digues s'enfoncent dans le fond vaseux de ce lac, en même temps que le fond du canal se soulève, et oblige ainsi à un dragage continuel. Il est clair que lorsque les digues auront tassé de telle sorte que leur base ait atteint le solide, un dernier dragage ou curage du canal étant alors effectué, on n'aura plus rien à craindre ; c'est l'avis de M. Flachat, qui pense qu'on ne doit nullement s'effrayer de cette perspective, et qu'il n'y a encore là qu'une question de temps et d'argent.

Un inconvénient très-grave pourrait résulter d'un accident quelconque qui ferait couler à fond une drague dans ces parties des sables vaseux; il est clair qu'on aurait des difficultés énormes pour la retirer; on pourrait être conduit, par suite d'une telle circonstance, à une déviation du canal; il faut donc que les ingénieurs de l'Isthme portent toute leur attention non-seulement sur la bonne construction, mais aussi sur le parfait entretien de leurs puissants engins.

## VII

Nous terminerons par quelques lignes sur la question d'argent.

Devis de la Commission internationale, adopté par M. Hawskaw, président de la Société des Ingénieurs civils de Londres. (Rapport de février 1863.)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Déblais à sec, mètres cubes........ | 46,000,000 à $0^{f}.67^{c}$ | | 30,820,000f | |
| Déblais sous l'eau................ | 50,177,926 à $1^{f}.00$ | | 50,177,926 | |
| | 96,177,926 à $0^{f}.84,4$ | | 80,997,926 | |
| A déduire par suite de la réduction de la section du canal............. | 25,000,000 | | 20,200,000 | |
| | 71,000,000 | | 59,800,000 | |
| Déblais opérés.............. | 15,800,000 à $0^{f}.78$ | | 12,500,000 | |
| Reste..................... | 55,200,000 | | 47,300,000 | |
| La transaction ajoute aux ressources financières de la Compagnie....... | .................. | | 33,000,000 | |
| Total des moyens............ | .................. | | 80,300,000 | 80,300,000f |
| Ce qui permet un prix moyen de..... | $1^{f}.46^{c}$ | | | |
| La Cie a traité avec M. Couvreux à.... | $1^{f}.70$ | 15,300,000f | 106,975,000 | 106,975,000f |
| Avec MM. Borel et Levalley, à....... | $1^{f}.95$ | 18,135,000 | | |
| Id. à....... | $2^{f}.45$ | 37,240,000 | | |
| Avec M. Ayton, à................ | $1^{f}.65$ | 36,300,000 | | |
| La perte actuelle qui résulte de la sentence arbitrale, en ce qui concerne le prix des terrassements, est de.......................... | | | | 26,675,000f |

Extrayons actuellement du rapport de M. de Lesseps quelques chiffres relatifs à la situation financière de la Compagnie. Voici les ressources avec les chiffres arrondis :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Payements mensuels du gouvernement égyptien, en | 1866. | 23,250,000f | 98,500,000f |
| Id. id. id. | 1867. | 36,750,000 | |
| Id. id. id. | 1868. | 19,250,000 | |
| Id. id. id. | 1869. | 19,250,000 | |
| Valeurs en portefeuille et chez les banquiers en France et en Égypte.. | | | 8,064,000 |
| Solde des 7e et 8e dixièmes (actions du Vice-Roi).................. | | | 3,236,000 |
| | | *A reporter*......... | 109,800,000 |

| | |
|---|---|
| *Report* .......... | 109,800,000f |
| Solde à recouvrer sur les précédents appels de fonds ................ | 3,282,000 |
| Appel des derniers dixièmes .................................... | 22,161,000 |
| Avances pour matériel à recouvrer sur le prix d'exécution du mèt. cub. | 23,539,000 |
| Ensemble. ........ | 158,782,000 |
| A déduire : coupons échus, effets à payer, etc ..................... | 8,702,000 |
| Actif réalisable .................... | 150,080,000 |

Au 30 juin 1867, l'état des dépenses effectuées depuis l'origine, peut se résumer ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Dépenses générales 1854-59, frais de souscription, etc. | 2,895,000f | 167,940,000f |
| Domaine et mobilier ............................ | 1,335,000 | |
| Intérêts acquis aux actions ...................... | 35,570,000 | |
| Frais généraux d'administration .................. | 9,825,000 | |
| Matériel, approvisionnements, bâtiments, abris ....... | 50,040,000 | |
| Travaux de construction des canaux et ports ........ | 59,440,000 | |
| Comptes-courants des entrepreneurs, compte d'approvisionnements et transports .................... | 8,835,000 | |
| Balance au 30 juin 1865 .............. | | 127,180,000 |
| Dépenses effectuées du 30 juin 1865 au 30 juin 1866 ....... | | 40,760,000 |
| Celles effectuées du 30 juin 1864 au 30 juin 1865 avaient été. | | 27,520,000 env. |

La différence (13,237,737 fr. 13) tient à des acquisitions plus considérables de matériel; les dépenses pour travaux de construction de canaux et ports ont augmenté de 16 millions et demi.

Pour les recettes de 1865-1866, elles se composent de :

| | | |
|---|---|---|
| Solde de placements de fonds avant 65 et en 65 ...... | 1,524,000f | 1,676,000f |
| Domaine de la Compagnie ......................... | 104,000 | |
| Recettes de banque et produits divers. ............. | 48,000 | |
| Recettes de l'année précédente .................... | | 2,469,000 |

La différence (792,735 fr. 93) provient de ce que les fonds disponibles ont été moins longtemps placés, à cause de la plus grande activité des travaux ; il n'y a pas lieu de s'en effrayer. Notons que le total des recettes depuis l'origine est de 24 millions et demi.

En résumé, on pourrait être un peu préoccupé si l'on se bornait à mettre en parallèle le chiffre de la dépense déjà faite : 168 millions, avec l'actif réalisable : 150 millions; mais il faut réfléchir que les installations sont toujours coûteuses, que dans les premiers temps l'on tâtonne fréquemment, qu'il a fallu faire canal d'eau douce, conduite d'eau, fonder des villages et des villes, etc., etc. ; que, de plus, d'après les devis, il ne resterait plus à dépenser pour déblais du canal que 107 millions; qu'enfin les recettes provenant de placements, du domaine et du transit, dont le service vient d'être organisé, viendront s'ajouter aux 150 millions disponibles.

Il est donc permis d'avoir foi dans le succès de l'œuvre entreprise, puisque aucun obstacle ne paraît insurmontable au point de vue de l'exécution, et que la situation financière de la Société semble satisfaisante.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur.
ancien Élève de l'École Centrale.



# BOIS DE CAMPÊCHE

## TEINTURE ET IMPRESSION DES TISSUS,

PAR Dr **KÆPPELIN**, Chimiste-Manufacturier.

---

Le bois de campêche, à l'époque de la découverte de l'Amérique, fut importé en Europe par les Espagnols qui le désignèrent sous le nom de Palo Campechio, et conservèrent longtemps le monopole de son exploitation dans la Nouvelle-Espagne. On le désigne aujourd'hui sous le nom de bois d'Inde et de bois Bleu, et il est retiré sous forme de bûches du tronc de l'Haematoxylum Campechianum, de la famille des légumineuses. Ces bûches sont d'une couleur rougeâtre un peu fauve, plus foncées à leur extérieur qu'à leur intérieur, d'une dureté et d'une pesanteur très-grandes. C'est des Indes orientales, de Campêche, d'Honduras et de la Jamaïque qu'on l'importe en Europe en quantités considérables. On y a même établi, depuis quelques années, des fabriques d'extrait de bois, car, malgré le peu de solidité des couleurs obtenues dans les premiers temps de son importation, son usage se répandit rapidement en Europe. Peu à peu, les procédés de teinture se modifièrent et on parvint à donner aux couleurs obtenues plus de résistance aux influences de l'air et de la lumière ainsi qu'aux lavages auxquels on doit pouvoir soumettre les tissus teints et imprimés. Aujourd'hui encore, malgré l'admirable découverte du noir d'Aniline, dont nous avons indiqué les applications dans un précédent article, l'emploi du bois de campêche est resté fort considérable dans la fabrication des tissus de laine et des cotons imprimés, et dans la teinture de la soie, de la laine et du coton en noir, gris, violet et en couleurs mixtes.

Le bois de campêche abandonne à l'eau dans laquelle on le fait bouillir à l'état de copeaux ou de sciure toute la matière colorante qu'il contient, mais vu le peu de solubilité de cette dernière dans l'eau, il faut des quantités considérables de ce véhicule pour épuiser le bois. On emploie aujourd'hui à cet effet des appareils d'extraction dans lesquels la vapeur d'eau et l'eau bouillante agissent simultanément avec énergie et rapidité. On en obtient ainsi des décoctions de moins en moins colorées que l'on réduit et que l'on évapore à l'abri du contact de l'air jusqu'à ce qu'elles aient la consistance d'un sirop marquant 15 à 20° à l'aréomètre de Beaumé ou même jusqu'à l'état d'extrait sec. 1 gramme de bois de campêche exige 2 litres d'eau pour être épuisé et on obtient à peu près 25 à 30 p. 0/0 d'extrait sec en évaporant la décoction. Avant d'employer ces extraits, il est indispensable d'en faire l'essai, soit en en composant une couleur violette ou noire, soit en teignant un morceau de tissu mor-

dancé et en comparant le résultat obtenu avec celui provenant de l'emploi d'un extrait dont la force tinctoriale sert de type.

C'est à M. Chevreul (t. LXXXI des *Annales de Chimie*) que l'on doit les premières analyses du bois de campêche et la préparation de son principe colorant.

Il le trouve composé :

1° De ligneux,
2° D'hématine (principe colorant),
3° D'une matière particulière qui lui est intimement unie,
4° D'une substance azotée,
5° D'une huile volatile,
6° D'une matière résineuse,
7° D'acide acétique,
8° De chlorure potassique,
9° D'acétate de potasse et de chaux,
10° De sulfate de chaux,
11° D'oxalate de chaux.
12° D'oxydes de fer, de manganèse et d'aluminium.

Golfier-Besseyre (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXX, p. 272), Erdmann (t. XXVI du *Journal de Chimie pratique*) et M. Félix Leblanc (*Traité de Chimie* de M. Dumas) ont aussi étudié la composition et les propriétés de la matière colorante du bois de campêche. De ces divers travaux il ressort évidemment que l'on peut retirer d'une décoction de bois de campêche un principe incolore qui se transforme, sous l'influence de l'air et de l'ammoniaque, en un principe coloré qui n'est que le résultat de l'oxydation du premier, et on arrive ainsi, pour le campêche comme pour l'indigo et toutes les matières tinctoriales végétales, à la confirmation du principe établi autrefois par M. Kulhmann dans un mémoire que ce savant chimiste publia à ce sujet.

## HÉMATINE.

Le principe colorant du campêche a été obtenu, comme nous venons de le dire, pour la première fois par M. Chevreul, qui en publia l'analyse en 1810. Il lui donna le nom d'*hématine*.

Pour la préparation de ce principe, on évapore à siccité une décoction de bois de campêche dans l'eau, on traite l'extrait sec ainsi obtenu par de l'alcool bouillant, on y ajoute un peu d'eau, on filtre, et le liquide, soumis à une douce chaleur, laisse bientôt déposer l'*hématine* sous forme de cristaux prismatiques ou de petites écailles brillantes d'un rouge jaunâtre, d'une saveur amère, peu solubles dans l'eau, qui se colore alors en jaune pâle, plus solubles dans l'alcool et l'éther.

La solution aqueuse de l'hématine présente, comme la décoction du bois de campêche, les réactions suivantes quand on la soumet à l'action de certains agents chimiques :

Les acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique, la rougissent.

Les alcalis la colorent en violet.

L'alun la colore en violet et y produit un précipité de même couleur.

Les alcalis terreux y forment un précipité bleu.

L'acétate de plomb id.

Le protochlorure d'étain id.

Le deutochlorure d'étain la rougit.

Une dissolution de gélatine y forme un précipité rouge floconneux.

Quand, dans une solution d'hematine additionnée d'acide, on ajoute du zinc métallique, il y a décoloration et formation de cristaux blancs.

La composition de l'hématine est d'après M. Erdmann : $C^{80} H^{34} O^{15}$.

### HÉMATÉINE.

L'hématine de M. Chevreul, que M. Erdmann a nommée hématoxyline, se transforme, comme l'a observé ce dernier chimiste, sous l'influence de l'air et de l'ammoniaque, en un principe nouveau qu'il a nommé hématéine. Dans cette action, il y aurait formation d'eau et fixation d'oxygène. La formule de l'hématéine est représentée, d'après M. Erdmann, par la formule suivante :

$$C^{80} H^{30} O^{16}.$$

Pour préparer l'hématéine on fait dissoudre l'hématine dans l'ammoniaque liquide et on abandonne la liqueur au contact de l'air. La liqueur prend une couleur rouge foncée et finit par devenir rouge-noire presque opaque. On reconnaît que l'action est complète quand, par l'addition d'un peu d'acide acétique, il se forme un précipité ocreux qui est l'hématéine. Il ne faut alors ajouter l'ammoniaque qu'avec précaution pour remplacer celle qui s'évapore. Il se dépose bientôt au fond du vase des grains cristallins, violets, d'hématéinate d'ammoniaque, solubles dans l'eau qu'ils colorent en pourpre foncé. En ajoutant de l'acide acétique de manière à saturer cette dissolution, on obtient un précipité qui ressemble à de l'oxyde de fer, mais qui, en séchant, acquiert une couleur d'un vert foncé et d'un éclat métallique.

Ce corps est peu soluble dans l'eau froide, mais il l'est davantage dans l'eau bouillante, de laquelle il se sépare par le refroidissement sous la forme de paillettes cristallines. L'hydrogène sulfuré modifie sa couleur sans le ramener à l'état d'hématine et c'est là une de ses propriétés caractéristiques.

L'hématéine doit sans doute se former au contact de l'air chaque fois que l'action de ce milieu se trouve favorisée par la présence d'une base telle que l'oxyde de fer, l'alumine, et il est probable qu'elle n'est pas elle-même le résultat final de l'oxydation de l'hématine dans ses combinaisons salines.

Il est évident que la présence de l'oxygène est nécessaire au développement complet de la couleur des composés colorés que forme l'hématine, qui est elle-même un principe incolore. Ainsi, une couleur formée par un sel de fer et une décoction de bois de campêche étant fixée sur le

tissu n'aura atteint son maximum d'intensité que longtemps après sa fixation sur les tissus ou après un passage de ce dernier dans un bain oxydant de bichromate de potasse, par exemple. Il en est de même des couleurs violettes fournies par l'oxyde d'alumine qui deviennent de plus en plus foncées sous l'action des mêmes agents. En examinant, quelques années après leur fabrication, des échantillons de tissus imprimés en violet de campêche, primitivement d'une nuance vive et claire, on s'aperçoit que la teinte a foncé et est même devenue presque noire, quand la couleur primitive était déjà d'un ton élevé. Il faudrait donc s'assurer de la composition chimique du principe coloré dans le dernier état du composé qu'elle forme sur une étoffe après son oxydation complète.

Ces faits que nous venons d'exposer confirment les observations que nous avons pu faire nous-même au sujet des transformations de l'hématine et de son application industrielle. Il en résulte que l'hématine non modifiée par l'influence de l'oxygène de l'air, que renferme une décoction récemment préparée de bois de campêche, est préférable à la formation des couleurs claires et vives telles que les violets d'application, les gris clairs, tandis qu'au contraire l'hématéine ou tout autre principe encore inconnu provenant de l'oxydation de l'hématine est favorable au développement des couleurs foncées telles que le noir, qui est comme l'exposant le plus élevé des couleurs violettes et grises. Ainsi les décoctions de bois préparées seulement quelques jours avant qu'on s'en serve sont préférables à l'emploi des extraits du commerce dans la formation des violets, lilas, gris-perle, tandis que le bois de campêche, humecté et mis en tas pour qu'une certaine fermentation puisse se développer et hâter la formation de l'hématéine, sera préférable à la teinture des tissus en noir; car dans cette dernière fabrication, la force colorante d'un bois oxydé ayant augmenté de près de moitié, il y a une économie notable à employer cette méthode dont nous parlons plus loin. Les anciens extraits de bois, les couleurs d'application préparées longtemps avant leur emploi, sont dans le même cas et donnent de meilleurs résultats.

## APPLICATION.

### IMPRESSION.

L'emploi du bois de campêche a donné lieu à la fabrication de plusieurs genres d'impressions sur les tissus de coton, et depuis que par la composition plus rationnelle des mordants on est arrivé à donner une solidité suffisante aux couleurs qu'il produit, on peut dire que le bois de campêche occupe dans la teinture une place aussi importante que la garance ou l'indigo. Les genres dont nous allons indiquer la fabrication sont :

1° Les fonds noirs ou noirs deuil avec dessins blancs réservés dans la gravure des planches;

2° Les fonds noirs avec enlevage blanc;



3° Les fonds blancs avec impressions en noir et gris;

4° Les noirs-vapeur avec violet, gris, bleu ou toute autre couleur d'enluminage;

5° Les noirs d'application ou noirs à laver;

6° Les noirs à chromer;

7° Les fonds blancs avec impression violette;

8° Les fonds violets avec réserve blanche;

9° Les noirs sur tissus de laine;

10° Les noirs sur tissus de laine, chaîne coton;

11° Les noirs sur tissus de soie.

*Impression fonds noirs.* On compose la couleur d'impression avec les deux mordants d'alumine et de fer, unis dans des proportions telles que le noir violacé formé par l'alumine, et le noir verdâtre formé par le mordant de fer, puissent constituer un noir parfait. La couleur qui nous a toujours donné les meilleurs résultats peut être préparée de la manière suivante :

*Noir rouleau A.*

| | |
|---|---|
| Pyrolignite de fer à 8° B | 20 litres. |
| Acétate d'alumine à 12° B | 4 |
| Amidon blanc | 2 k. » |
| Sulfate de zinc | 0 625 |
| Amidon grillé | 8 » |

Quand on veut réserver un dessin blanc sous un fond noir imprimé au rouleau mille points, on imprime d'abord la réserve suivante :

*Réserve 12.*

| | |
|---|---|
| Jus de citron à 12° B | 2 litres. |
| Gomme en poudre | 0 k. 750 |
| Terre de pipe | 0 750 |

Après l'impression on expose les pièces dans la chambre d'oxydation; on dégomme comme d'ordinaire, puis on procède à la teinture de la même manière que pour les articles garancés, en remplaçant la garance par du campêche que l'on expose à la fermentation pour en oxyder la matière colorante. On emploie 1/2 à 1 1/2 kilos de bois de campêche par pièce, selon les dessins que l'on a imprimés; on ajoute au bain de teinture du son et de la colle forte qui en précipitent les matières étrangères telles que le tannin, et les empêchent de se fixer sur les parties blanches des tissus en y entraînant une partie des matières colorantes, ce qui en rend le nettoyage plus difficile. On blanchit ensuite les tissus au chlorage sec comme nous l'avons déjà expliqué dans notre précédent article sur le cachou. Ce procédé est plus prompt et donne de meilleurs résultats que celui qui consistait autrefois à passer les pièces teintes dans un ou plusieurs bains successifs d'eau de son bouillante.

On prépare le bois de campêche destiné aux teintures en noir en mettant des copeaux en couches épaisses de quelques centimètres, couvrant un espace de plusieurs mètres carrés. On humecte cette couche

au moyen d'un arrosoir, puis on en reforme une seconde qu'on arrose à son tour et qu'on recouvre d'un nombre de couches suffisant pour faire atteindre au tas une hauteur de 2 mètres environ. La température intérieure du tas s'élève après quelques jours, et on est alors obligé de le défaire et de le reformer à plusieurs reprises pendant quelques semaines. Après ce laps de temps, le bois de campêche est préparé pour les usages de la teinture en noir, et sa force colorante a augmenté de près de moitié, ce qui constitue une économie notable. On peut le sécher et le conserver comme le bois qui n'a pas subi d'oxydation.

*Fonds noirs avec enlevage blanc.* Ce genre d'impression qui constitue comme le précédent le noir deuil, s'en distingue en ce que le fond, au lieu d'être imprimé au rouleau est obtenu au moyen d'un placage des pièces dans le mordant non épaissi. On sèche le tissu ainsi imprégné dans des séchoirs *ad hoc*, et 24 heures après le mordançage, on imprime l'un ou l'autre des rongeants suivants :

*Enlevage* G.

| | |
|---|---|
| Acide oxalique | 0 k. 525 |
| Acide citrique | 0 125 |
| Eau | 2 litres |
| Gomme | 2 |

*Enlevage* A.

| | |
|---|---|
| Amidon | 0 k. 300 |
| Eau | 2 litres. |
| Acide oxalique | 0 k. 500 |
| Acide citrique | 0 125 |

Après l'impression on suspend les pièces dans un étendage humide, puis on les dégomme dans la cuve à roulette dont nous avons déjà parlé (p. 161, *Annales du Génie civil*, 1866), dans un bain d'eau crayeuse; on lave bien les pièces et on les teint comme pour les pièces imprimées en noir.

*Noir et gris.* Quand on a des dessins noirs et gris à imprimer au rouleau on compose la couleur grise de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Pyrolignite de fer épaissi à l'amidon grillé | 1 litre. |
| Acétate d'alumine 7° B. | 1/4 |
| Bouillon pour gris | 5 |

Le bouillon pour gris se compose d'eau, d'acide pyroligneux et d'amidon grillé à raison de 500 grammes par litre, et en variant les proportions du mélange qui constitue la couleur grise, on obtient des tons plus ou moins foncés selon les dessins que l'on veut reproduire.

En imprimant une réserve composée avec du jus de citron à 1°, on peut réserver les parties blanches du dessin sous un fond gris composé de 1 partie de mordant et de 10 parties de bouillon. Dans ce genre d'impression, le noir et la réserve sont imprimés en premier, et le fond gris est imprimé en second au rouleau.

*Impression en noir-vapeur.* Cette couleur d'impression au rouleau se compose de la manière suivante :

*Noir Rouleau, fond blanc ou de couleur.*

| | |
|---|---|
| Extrait de campêche à 5° B.................. | 48 litres. |
| Acétate d'alumine 10°...................... | 8 |
| Pyrolignite de fer à 10°..................... | 14 |
| Amidon blanc.............................. | 10 kilos. |
| Amidon grillé............................. | 12 |
| Huile tournante........................... | 1 |

*Autre.*

| | |
|---|---|
| Campêche à 4° B........................... | 14 litres. |
| Pyrolignite de fer, 15°...................... | 4 |
| Amidon blanc.............................. | 1 k. 800 |
| Amidon grillé.............................. | 2 » |
| Nitrate de fer.............................. | 0 750 |

On mordance les pièces avec le stannate de soude comme nous l'avons dit à notre article du bleu de Prusse (*Annales du génie civil*, 1865, p. 86), et on vaporise comme pour toutes les autres couleurs-vapeur.

*Noir à laver.* On appelle ainsi une couleur noire qui n'a pas besoin d'être fixée par la vapeur, pour adhérer suffisamment au tissu. Son oxydation se fait au moyen d'un sel de cuivre, et les couleurs précédentes auxquelles on a ajouté 10 grammes de nitrate de cuivre par litre sont très-propres à ce genre de fabrication. On expose les pièces imprimées à l'action de l'air pendant 24 heures, puis on les lave au traquet et on les sèche.

*Noir à chromer.* Les noirs-vapeur ordinaires peuvent servir à ce genre d'impression, et les pièces sont passées dans un bain de bichromate de potasse comme les cachous-vapeur dont nous avons parlé. Il est cependant préférable d'ajouter à la couleur noire dont nous avons donné la composition, 6 à huit litres d'une dissolution de cachou dans de l'acide pyroligneux, marquant 10° à l'aréomètre.

Le cachou donne plus de solidité à ce noir et le rend plus résistant à l'action du savon.

Tous les noirs au campêche deviennent plus stables quand on passe les pièces, après leur teinture ou leur vaporisage, dans une dissolution faible de bichromate de potasse. L'oxydation de la matière colorante en présence de ce sel qu'elle décompose, et à l'acide duquel elle prend une partie de son oxygène, est complète, et elle devient plus résistante à l'action de la lumière, des lessives alcalines et même des acides faibles.

*Impression en violet.* On peut fabriquer ce genre d'impression de trois manières différentes. La première consiste à imprimer un mordant d'alumine et à teindre le tissu imprimé dans une décoction fraîche de campêche, puis à nettoyer les parties blanches du dessin en passant le tissu dans un bain de son bouillant.

La seconde manière consiste à imprimer une couleur toute formée contenant la matière colorante et le mordant, à vaporiser le tissu imprimé qu'on lave après le fixage à la vapeur.

La troisième manière se rapproche de la seconde, et sa couleur d'impression, dite d'application, contient, outre le mordant et la matière colorante, les éléments nécessaires à sa fixation. On opère comme pour le noir d'application, et nous expliquerons plus loin de quelle manière on traite les pièces imprimées.

*Violet vapeur n° 1.*

| | |
|---|---|
| Extrait de Campêche à 18° | 15 litres. |
| Acétate d'alumine à 12° | 25 |
| Cochenille ammoniacale en tablettes | 1 k. 250 |
| Acide oxalique | 1 » |
| Eau gommée épaissie à 1k par litre | 13 litres. |

*A froid.*

| | |
|---|---|
| Cyanure rouge à 18° | 6 litres. |
| Alun | 0 k. 375 |
| Acide oxalique | 0 250 |
| Deutochlorure d'étain | 0 200 |

*Bouillon pour couper ce violet.*

| | |
|---|---|
| Eau gommée | 14 litres. |
| Eau | 12 |
| Acétate d'alumine à 7° | 4 |

*Bouillon pour faire virer le violet au pourpre.*

| | |
|---|---|
| Décoction de cochenille à 5° B | 10 litres. |
| Gomme | 2 k. 500 |
| Sel d'étain | 0 300 |
| Acide oxalique | 0 500 |
| Deutochlorure d'étain | 0 200 |

On mélange une partie de cette composition avec 4 ou 6 parties du n° 1, selon que l'on veut produire une nuance plus ou moins rougeâtre.

On mordance les pièces avec le stannate de soude et selon les nuances que l'on a besoin de reproduire sur le tissu, on coupe le violet n° 1 avec le bouillon. On produit encore de jolies nuances, bien fraîches de ton, avec une couleur coupée 1/50 et 1/60.

Ces couleurs s'impriment en même temps que toutes les autres couleurs-vapeur et leur fixation se fait de même.

*Violet d'application R.*

| | |
|---|---|
| Eau | 18 litres. |
| Campêche à 1° B | 18 |
| Amidon | 3 k. » |
| Gomme adragante | 0 045 |

*A froid.*

| | |
|---|---|
| Nitrate de cuivre | 0 k. 375 |
| Deutochlorure d'étain | 1 » |
| Piaksatz | 0 500 |

*Bouillon pour couper ce violet.*

| | |
|---|---|
| Eau | 36 litres |
| Amidon | 3 k. » |
| Gomme adr | 0 045 |
| Deutochlorure d'étain | 1 » |
| Piaksatz | 0 500 |

*Parme d'application G.*

| | | |
|---|---|---|
| Eau gommée à 1k par litre | 21 | litres. |
| Eau | 3 | |
| Campêche à 5° B. | 5 k. | » |
| Cochenille à 5° B. | 3 | » |
| Deutochlorure d'étain | 3 | » |
| Nitrate de cuivre | 0 | 300 |

*Bouillon pour couper le parme.*

| | |
|---|---|
| Eau gommée | 20 litres. |
| Eau | 10 |
| Deutochlorure d'étain | 1 k. 250 |

Les pièces sont après leur impression suspendues dans un étendage chauffé à 15° et ventilé de manière à renouveler convenablement l'air, qui se charge rapidement de vapeurs acides. Il faut bien observer la marche de l'oxydation, faire marcher les pièces sur les roulettes de suspension aussi souvent que cela est nécessaire pour que toutes les parties imprimées deviennent égales de ton. Après une exposition plus ou moins longue à l'air de l'étendage, et dont on prolonge la durée, selon le degré d'intensité du ton de la couleur que l'on désire produire, on lave simplement les pièces avec soin, à la lisière ou au traquet, on les exprime dans l'hydro-extracteur et on les sèche dans les séchoirs à air libre.

Les nuances que l'on obtient ainsi sont d'une fraîcheur de ton remarquable et d'une vivacité qui ne le cède qu'à celle des violets d'aniline, fixés au moyen de l'albumine sur les tissus de coton.

*Réserve blanche sous fond violet.* Quand on veut produire des impressions genre réserve sous des violets-vapeur ou d'application, on imprime d'abord la réserve suivante, et on imprime en second lieu le violet au rouleau.

*Réserve blanche.*

| | |
|---|---|
| Eau gommée épaisse | 4 litres. |
| Craie en poudre | 4 kilos, |
| Terre de pipe | 1 |
| Eau | 3 litres. |

Cette couleur est faite à froid, bien broyée et passée à travers un tamis de soie. La craie en saturant l'acide du mordant, et en décomposant les sels d'étain qui sont destinés à se combiner avec la matière colorante du campêche et à la fixer sur le tissu, empêche et détruit complétement leur action, de sorte que les parties imprimées en réserve restent blanches.

*Noirs sur tissus de laine.* Quand on imprime ces couleurs, il faut avoir le soin d'en imprégner les châssis quelques jours à l'avance; car plus le châssis est ancien, plus la couleur noire produite sur le tissu gagne en intensité; le vaporisage et le lavage se font comme pour les couleurs d'impression; le vaporisage dure 45′ et le lavage se fait 24 heures après.

*Noir Contour et Rouleau* L.

| | | |
|---|---|---|
| Campêche à 10° | 110 | litres. |
| Amidon blanc | 16 | kilos. |
| Léogomme | 40 | |
| Alun | 4 | |
| Sulfate de fer | 5 | |
| Nitrate de fer | 12 | |
| Acétate d'alumine à 10° | 8 | |
| Pyrolignite de fer à 14° | 25 | |
| Bouillon pour noir | 20 | |

*Noir fond* L.

| | | |
|---|---|---|
| Campêche à 10° | 76 | litres. |
| Amidon blanc | 4 | kilos. |
| Léogomme | 25 | |
| Pyrolignite de fer | 34 | |
| Bouillon pour noir | 20 | |

*Bouillon pour noir.*

| | | |
|---|---|---|
| Extrait d'orseille | 40 | kilos. |
| Léogomme | 25 | |
| Carmin d'indigo commun | 25 | |

On peut aussi ajouter à ces noirs des extraits de quercitron pour leur donner une teinte plus verte; on diminue la proportion du bouillon pour noir, quand on veut produire un noir moins violacé.

*Noirs sur tissus de laine chaîne coton.* Les tissus sont mordancés avec le stannate de soude, comme nous l'avons dit dans notre article du bleu de Prusse, et après l'impression traités de même.

*Noir Contour et Rouleau*

| | | |
|---|---|---|
| Extrait de Campêche à 10° | 110 | litres, |
| Amidon blanc | 16 | kilos. |
| Léogomme | 40 | |
| Carmin d'indigo | 4 | |
| Alun | 4 | |
| Sulfate de fer | 5 | |
| Nitrate de fer | 12 | |
| Pyrolignite de fer à 14° | 30 | |
| Acétate d'alumine à 12° | 8 | |

*Noir fond* CE.

| | | |
|---|---|---|
| Campêche à 10° | 76 | litres. |
| Amidon blanc | 4 | kilos. |
| Léogomme | 25 | |
| Pyrolignite de fer à 14° | 34 | |
| Carmin ordinaire | 4 | |

*Noir foulard de soie.* On mordance les tissus de soie dans un bain composé de bichlorure d'étain et de crême de tartre (voir notre *Traité de la fabrication des foulards imprimés*), et on imprime les mêmes noirs que pour les tissus de chaîne coton. Quand on veut les bleuter un peu, il faut les mélanger avec un peu de bouillon pour noir L. dont nous avons donné la composition.

*Violets sur tissus de chaîne coton et de soie.* On se sert pour ces impressions violettes des mêmes couleurs-vapeur que pour les tissus de coton, en ayant soin de mordancer les tissus comme nous l'avons dit.

## TEINTURE EN UNI.

### FILS ET TISSUS DE COTON.

Les tissus de coton peuvent être teints en noir d'après deux méthodes différentes. La première consiste, comme nous l'avons dit précédemment, en un placage en pyrolignite de fer, un dégommage et une teinture. La seconde consiste en plusieurs opérations d'engallage, de mordançage et de teinture qui se répètent successivement et aussi souvent que cela est nécessaire, pour obtenir un beau ton de noir. On opère de la manière suivante et on obtient ainsi de fort beaux résultats :

On engalle le tissu soit au moyen d'une décoction de noix de galles ou de sumac, soit avec le tan. Pour 5 kilos de coton on prend 1 kilo de tan frais que l'on fait bouillir dans de l'eau et passer au tamis. On manœuvre dans l'une ou l'autre de ces décoctions le coton que l'on veut teindre, on chauffe le bain à 45° et on y laisse le tissu plongé pendant quelques heures. On mordance ensuite dans une dissolution de sulfate de fer (1 kilo pour 5 kilos de coton), on l'y manœuvre pendant quelques moments, puis on le tord fortement pour bien exprimer le liquide; on procède ensuite à l'oxydation du sel de fer par un passage dans une dissolution de bichromate de potasse (250 grammes pour 5 kilos). On lève sur le traquet, on laisse bien égoutter, on tord le tissu et on le lave à l'eau courante pour enlever toute trace de sel de chrome non décomposé. Après cela on procède à la teinture proprement dite en manœuvrant le tissu dans un bain de teinture chaude contenant de 1 1/2 à 2 1/4 kilos de campêche fermenté et 1/2 kilog. de quercitron; on termine l'opération en ajoutant un peu d'huile dans le bain de teinture, on lève le tissu, on le tord et le sèche. Le noir que l'on obtient ainsi est très-intense et offre une grande stabilité. On peut donner un dernier passage dans un bain de bichromate de potasse léger; le noir en devient plus stable encore.

Il y a encore d'autres procédés de teinture semblable à celui que nous venons de décrire et qui nous ont également réussi. C'est ainsi qu'un placage dans une dissolution de nitrate de peroxyde de fer marquant 2 à 3° à l'aréomètre, répété plusieurs fois, précédé d'un engallage dans un bain de sumac, et que l'on fait suivre d'une teinture au bois de campêche et quercitron auquel on ajoute un peu de cachou, donne de très-beaux résultats.

Il faut terminer le travail par un passage dans un bain oxydant de bichromate de potasse. On peut encore teindre le coton en noir en procédant de la manière suivante : on fait bouillir 5 kilos de bois de campêche dans une cuve et on y manœuvre 10 kilos de coton pendant



quelques heures, on laisse plongé les fils dans le bain pendant la nuit, on les en retire pour les passer dans le bain de mordant que l'on compose ainsi :

0k,325 acide sulfurique.
0 165 bichromate de potasse.

On y manœuvre le coton pendant une demi-heure, on le tord et on le reporte dans le bain de campêche auquel on a ajouté un peu d'huile. On peut modifier la nuance de ce noir par une addition de quercitron et de sumac.

*Bleu de campêche.* On obtient aussi, au moyen du bois de campêche, une couleur tirant sur le bleu gris, qui sert à teindre les tissus dont le prix peu élevé ne permet pas d'employer de procédé plus coûteux.

On prend pour 5 kilos de coton, 3 à 3 1/2 kilos de campêche en poudre; on en fait une décoction dans laquelle on plonge l'étoffe pendant quelques heures, en l'y manœuvrant avec soin. On l'y laisse jusqu'au refroidissement du bain, on la lève ensuite sur le traquet, et on ajoute à la décoction 30 à 40 grammes de sulfate de cuivre; on manœuvre encore les pièces dans ce bain mordancé pendant 1/2 heure, on y fait une seconde addition de 30 à 40 grammes d'alun, on teint encore pendant 1/2 heure les pièces que l'on lave et sèche après cette dernière opération. Ce procédé, qui ne donne pas de résultats très-satisfaisants sous le rapport de la solidité de la teinte, peut être remplacé par le suivant :

Dans une cuve en bois, remplie d'eau, on fait dissoudre :

0k,300 sulfate de potasse.
0 200 sulfate de fer.
0 200 alun.
0 060 sel d'étain.
0 060 acide sulfurique.

On y manœuvre pendant 1 à 2 heures le coton bien engallé; on le retire ensuite du bain de mordançage, on le tord légèrement et on laisse le mordant agir sur le coton pendant quelques heures, comme dans le cas du mordançage avec le stannate de soude. On lave le tissu à l'eau courante et l'on procède à la teinture dans un bain de campêche que l'on compose à raison de 5 kilos de bois pour 5 kilos de coton. La teinture se fait à tiède et dure 1/2 heure à 3/4 d'heure au plus. Quand on désire obtenir une nuance bleue très-foncée, on procède d'une autre manière tout en conservant les mêmes matériaux.

On engalle le coton avec une décoction de sumac, on le mordance ensuite dans un bain de sulfate de fer à raison de 500 grammes pour 5 kilos de coton. Quand la nuance grise que l'on obtient ainsi est bien égale, on retire l'étoffe ou le fil du bain et on les teint dans une décoction fraîche de 6 kilos de bois de campêche; on les y manœuvre pendant 1 heure, on les lève sur le trinquet, on ajoute au bain 60 grammes de sulfate de cuivre; on y replonge les pièces pendant 1/2 heure, puis pour aviver et développer la couleur, on ajoute au même bain 60 grammes de sel d'étain, 60 grammes d'alun et 60 grammes d'acide sulfu-

rique. Cette opération de virage dure 1/2 heure; on retire ensuite le coton du bain, on le lave et on le sèche. La couleur ainsi obtenue est foncée et ne manque pas d'une certaine solidité.

## LAINE.

Pour teindre la laine en noir, on peut dire que chaque teinturier suit un procédé particulier, et chaque noir ainsi obtenu prend le nom de la localité dans laquelle il a été produit. C'est ainsi que l'on connaît : le noir de Vienne qui a pour base le bois jaune, la noix de galles, le campêche et le sulfate de fer; le noir de Sedan pour lequel on donne d'abord un pied de bleu en cuve d'indigo, et que l'on produit avec le sumac, le campêche et le vitriol vert; le noir de Bédarieux à la production duquel on emploie le bois de campêche, le bois jaune et le redou ou redoul; le noir de Montauban à base de sulfate de fer et de cuivre, et qui a pour colorant le sumac et le campêche. Le noir de Tour au verdet; le noir au Pudis qui se fabrique dans les Hautes-Alpes; le noir de Genève à la crême de tarte et au vitriol vert, et avec le campêche brun colorant; le noir de Caume à la production duquel on se sert pour mordant de sulfate de zinc mélangé avec le sulfate de cuivre. Nous n'entrerons pas dans les détails de la fabrication de ces différents noirs et nous n'indiquerons ici que la manière nouvelle dont on produit dans plusieurs établissements le noir sur laine, par l'oxydation de la matière colorante et la fixation sur le tissu par le bichromate de potasse.

Le mordançage se fait de la manière suivante : on fait bouillir la laine pendant une heure dans un bain tenant en dissolution, pour 10 kilos de laine

| | |
|---|---|
| 200 gr. | bichromate. |
| 125 | crême de tartre. |
| 62 | acide sulfurique. |

on lève la laine et on la porte dans le bain de teinture qui consiste en une décoction de bois de campêche fermentée (7 kilos bois pour 20 kilos. de laine), on peut y ajouter un peu d'extrait de cuba pour verdir un peu le noir.

Le prix de la crême de tartre étant souvent trop élevé pour ce genre de fabrication, on a cherché à la remplacer et on est arrivé à des résultats très-satisfaisants en employant le sel de Glauber de la manière suivante : Dans 15 kilos d'eau, l'on fait dissoudre $2^k$,1/2 sel de Glauber et on ajoute à la dissolution $2^k$,1/2 d'acide sulfurique. Il suffit de 500 grammes de cette dissolution pour remplacer 125 grammes de crême de tartre dans les différentes applications à la teinture des laines.

## FILS ET TISSUS DE SOIE.

Augmenter le poids de la soie tout en produisant un beau noir intense et ne déteignant pas, a toujours été la préoccupation des teinturiers en

noir. On est arrivé depuis quelque temps à donner à la soie une augmentation de près de 50 p. 100 de son poids primitif. Généralement, on se contente d'une différence de 18 à 25 p. 100. Plusieurs procédés sont employés pour atteindre ce résultat. C'est ainsi que la soie, plongée dans des décoctions de noix de Galles, de cachou, puis mordancée dans des sels de fer et teinte au campêche, gagne 20 p. 100. On se sert aussi de sels de plomb, de bismuth et de cuivre pour arriver à un résultat analogue. Le nitrate de mercure employé comme mordant, et décomposé sur le tissu par un passage dans une dissolution de sulfure alcalin, produit un noir inaltérable et qui augmente le poids de la soie de 25 p. 100.

Le procédé le plus avantageux et qui donne sans contredit les meilleurs résultats, est le suivant :

La soie bien cuite est lavée et plongée dans un bain de nitrate de peroxyde de fer à 30 degrés. On la retire ensuite de ce mordant, et quelques heures après on la lave à l'eau courante, on la passe dans un bain de savon alcalinisé par une addition de cristaux de soude. On teint, après ce savonnage et un lavage, la soie dans un bain de prussiate jaune (150 grammes par 1 kilo de soie) dans lequel on verse 300 grammes d'acide sulfurique ou muriatique; on lave le tissu aussitôt que la teinte bleue devient bien unie et on le replonge dans le bain de nitrate de fer; quelques heures après ce mordançage, on teint la soie dans un bain de cachou à raison de 2 kilos pour 1 kilo de soie. Aussitôt que le bain est arrivé au point d'ébullition, on le laisse refroidir et on y abandonne la soie jusqu'au lendemain, en ayant soin qu'elle y reste plongée. On prépare ensuite une dissolution de 45 grammes de sel d'étain et de 90 grammes de sulfate de fer, on mêle les deux solutions, on les filtre et on ajoute le liquide au bain précédent, on y replonge la soie, on l'y manœuvre pendant plusieurs heures et on l'y laisse plongée pendant dix heures. On lave la soie à l'eau courante, et on la teint dans un bain de campêche chauffé à 50° R. et tenant en dissolution 180 grammes de savon de Marseille et 250 grammes à 375 de bois de campêche pour 500 grammes de soie. Après une teinture dont la durée est d'une demi-heure, on plonge la soie dans un bain composé de la manière suivante : on fait dissoudre 8 kilos d'acétate de plomb et 5 kilos de sirop dans 25 kilos d'eau; on fait bouillir le liquide pendant une heure, on le laisse ensuite refroidir et on y ajoute assez d'eau pour qu'il marque 12 degrés à l'aréomètre Beaumé. La soie y est plongée pendant trois heures, puis légèrement tordue et séchée. Après ce séchage, on la lave à plusieurs reprises et légèrement dans de l'eau tiède, puis on la sèche et on l'apprête.

Ce procédé fait gagner à la soie plus de 50 p. 100 de son poids primitif, et le noir que l'on produit est fort beau, d'une grande intensité de ton, et il offre une grande résistance à l'action du savon et de la lumière.

On peut encore teindre la soie en noir en mordançant le tissu dans un bain de nitrate de peroxyde de fer; après quelques heures d'immersion dans ce mordant qui doit marquer 30 degrés, on teint la soie dans un

bain d'extraits de campêche et de cachou, on lave et on passe la soie dans une dissolution de bichromate de potasse. On peut, pour donner plus de brillant à la soie, terminer le travail par un passage dans un bain de savon.

Nous voyons, d'après ce qui précède, que les sels de protoxyde de fer sont remplacés par les sels de peroxyde dans le mordançage des tissus à teindre en noir. Ces derniers se fixent plus facilement dans les fibres des tissus et par voie humide, tandis que la combinaison des premiers avec l'étoffe nécessitait le placage, le séchage et le dégommage, trois opérations qui sont longues et coûteuses. C'est donc un progrès réel que l'emploi des sels de peroxyde de fer, et celui du bichromate de potasse qui active l'oxydation de la matière colorante fixée sur le tissu. La combinaison du cachou avec le campêche contribue aussi à donner à la couleur qui en résulte plus de stabilité. Nous sommes aujourd'hui bien éloignés de cette époque où, lors de l'importation du campêche en Europe, la matière colorante était fixée sur les tissus d'une manière si incomplète que, sous le règne d'Élisabeth d'Angleterre, on en défendit l'emploi sous peine de fortes amendes. On brûlait publiquement tout celui que les agents du gouvernement trouvaient soit dans les ports de mer, soit dans les établissements industriels.

Nous n'avons pas encore parlé des couleurs mixtes dans la composition desquelles entre la matière colorante du campêche. Ces couleurs sont nombreuses et varient selon les proportions des différentes autres matières colorantes auxquelles on associe celle du campêche. C'est ainsi que par le mélange du bois de campêche, de la gaude, du bois de cuba, du sumac et du santal, combinés avec des mordants d'alumine et de fer, on produit les différentes nuances de : bronze, noisette, marron, brun ; on produit aussi, par la combinaison du bleu de campêche et du jaune, des nuances vertes qui sont souvent demandées. Mais c'est surtout dans les teintures en noir des différents tissus que le campêche trouve un emploi considérable que la découverte de l'aniline n'a encore pu diminuer, si ce n'est dans la fabrication des indiennes. Le jour où cette dernière matière colorante pourra se fixer sur les tissus de laine, un grand coup sera porté sans doute à la matière colorante que nous venons d'étudier, mais jusque-là elle restera une des bases les plus nécessaires à l'industrie de la teinture des tissus.

D[r] KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

---



# NOTE SUR UNE LOCOMOBILE A SEPT CHEVAUX.

(Planche XXV.)

---

M. Stigler, ingénieur civil à Milan, a construit une machine locomobile de 7 chevaux qui présente quelques dispositions nouvelles.

Dans une étude de cette machine[1], l'auteur insiste d'abord sur les conditions pratiques que doit remplir tout appareil à vapeur transportable. Simplicité dans l'agencement des organes, solidité dans la construction, économie du combustible, tels sont évidemment les premiers principes sur lesquels doit s'appuyer, pour ce cas, la science de l'ingénieur.

Une machine simple est facile à conduire même par les hommes peu habitués au métier de chauffeur. La solidité n'entraîne-t-elle pas avec elle une grande facilité pour les réparations, et, ce qui vaut mieux, n'empêche-t-elle pas les avaries de se produire?

N'oublions pas, pour la troisième condition, combien l'économie du combustible, qui joue un rôle relativement peu important dans les pays qui, comme l'Angleterre, possèdent des mines de houille en quantité considérable et de qualité supérieure, combien, disons-nous, cette économie entre en ligne de compte, en Italie par exemple, où les 100 kilog. de charbon de Newcastle reviennent à 6 ou 7 fr.

## DESCRIPTION DE LA MACHINE.

La chaudière (fig. 1, 2, 4) est tubulaire, avec boîte à feu. La partie cylindrique est en deux longueurs de tôle. L'écartement de la boîte à feu est égal au diamètre du corps et tous les assemblages sont obtenus sans cornières par emboutissage. La partie supérieure étant parfaitement lisse, la facilité pour la pose de la machine augmente. La boîte à fumée est en fonte. La cheminée se rabat au besoin au moyen d'une charnière. Les tubes sont faciles à visiter, réparer et nettoyer.

La surface totale de chauffe est de $10^{mq},50$, ce qui fait $1^{m},50$ par force de cheval.

La boîte à feu repose *totalement* sur l'essieu d'arrière au moyen d'une cornière. Les figures 1 et 2 montrent les boulons qui empêchent toute déviation latérale et la cornière inférieure qui fixe la boîte à feu à la plaque verticale en tôle K.

En N N on voit comment la tôle est découpée pour reporter le poids du corps cylindrique sur l'essieu par l'intermédiaire des cornières.

La figure 3 indique en R l'assemblage à plate-forme circulaire en fonte dressée avec l'essieu d'avant.

I représente le pivot d'articulation.

1. *Polytechniches Centralblatt*, 15 juin 1866.

O, fers plats recourbés au nombre de deux, fixés solidement au support en fonte I. Le timon est à articulation sur ces longerons.

MACHINE A VAPEUR.

La bielle est supprimée ici pour rapprocher la manivelle du cylindre et éviter la plaque de fondation en fonte. La locomobile est plus légère. Les dilatations de la chaudière reliées d'une manière rigide au support général sont une des causes d'avaries les plus fréquentes. Les constructeurs cherchent souvent à raccourcir les bielles et ne donnent à ces organes que 3 1/2 à 4 fois la longueur des manivelles. La suppression de la plaque, sans points d'appuis autres que les supports de l'arbre, présente un inconvénient grave : la solidarité et la réunion des pièces n'existent plus.

*Description.* Le dôme de vapeur contient le cylindre et lui sert d'enveloppe. Les deux pièces sont venues ensemble de fonte. Les couvercles seuls sont rapportés. La transmission du mouvement par coulisse et coulisseau a permis de faire venir du même coup les supports avec le dôme de vapeur. La longueur totale de cette pièce est de $1^{m},80$.

La pompe à eau est en face du cylindre à vapeur et sert à guider la tige du piston. Le diamètre du corps du cylindre est plus faible que celui du dôme de vapeur, qui est recouvert d'une pièce permettant l'introduction du tiroir. Ce dernier est circulaire et disposé pour faire la détente variable à volonté. Le mouvement lui est transmis par un excentrique et un levier agencés avec l'arbre-manivelle.

Les figures 5 et 6 montrent comment le levier est recourbé suivant un arc de cercle denté. Le centre de cet arc de cercle est dans l'axe de l'arbre. En supposant maintenant en XX un coulissau avec poignée à dents, on comprendra qu'on puisse varier à la fois l'*excentricité et la course*, c'est-à-dire remplir les deux conditions indiquées pour changer à volonté la détente.

La figure 7 donne le diagramme ou tracé graphique du docteur Zeuner appliqué à ce cas particulier[1].

*Légende de la distribution* :

OB, OR, course maxima.

OP, recouvrement extérieur.

AP, largeur du canal d'introduction.

P, angle d'avance de l'excentrique correspondant au coulisseau dans sa position la plus élevée, par suite, au maximum de la course du tiroir.

OX, cercle correspondant à cette avance angulaire. Détente commençant après les 4/5 de la marche du piston.

OZ, cercle correspondant à l'avance P′ ou P″.

V, point d'intersection du cercle OZ, avec le cercle de recouvre-

1. *Annales du Génie civil* (4ᵉ année, pages 168 et 224), *Étude sur les distributions des machines à vapeur*, par Zeuner, traduit par Rueff, avec trois planches.

ment OP. Ouverture de l'introduction, 1 millimètre. Détente pendant les 5/6 de la marche du piston, suffisante pour le fonctionnement à vide et indiquant à quel degré on peut régler la machine. Le coulisseau est ici au milieu du levier et l'excentrique est sensiblement horizontal.

Le plus petit cercle OE correspond à la position inférieure du coulisseau sur le levier. Le tiroir à sa course minima, les lumières restant fermées, par suite, il y a arrêt de la machine. L'influence de l'angle d'avance devient ici évidemment nulle.

On peut remarquer que la machine ne peut marcher que dans un sens, celui indiqué dans la figure 5. Seulement, dans cette direction, le changement de longueur de la course correspond à l'augmentation de l'angle d'avance. Il faut observer que dans la pratique, comme on peut utiliser à volonté des courroies droites ou croisées pour la transmission du mouvement aux machines, cette circonstance ne présente aucun inconvénient.

Le degré de détente le moins élevé a un très-petit angle d'avance, mais la marche est ici tout à fait exceptionnelle. Les degrés moyens, le 1/3 par exemple, les plus fréquemment utilisés, donnent une bonne avance et une bonne ouverture de la lumière.

*Condensations.* La suppression des tuyaux d'arrivée de la vapeur dans le cylindre, qui est fondu directement avec le dôme, diminue les condensations. La position du cylindre au milieu de la chaudière préserve des condensations intérieures. La théorie des enveloppes de vapeur est aujourd'hui complétement adoptée en France et cette manière de l'appliquer soulève peu d'objections.

En rendant justice aux différentes applications que M. Stigler a faites à sa machine des principes qui guident l'ingénieur, nous ajouterons cependant :

1° Que sa chaudière tubulaire ne nous paraît obvier en rien aux inconvénients si fâcheux de la dilatation des tubes.

2° Que les incrustations et les dépôts ne sont pas plus aisés à enlever que dans les autres systèmes. De toute façon, l'appareil de vaporisation nous paraît inférieur aux générateurs à foyer amovible qui se sont répandus en France pendant ces dernières années.

3° L'agencement du tiroir, quoique simple, est sujet aux réparations et la glace difficile à dresser.

4° La transmission par glissoir et coulisseau n'a été adoptée en France que pour des petits chevaux d'alimentation. Les glissoirs prennent du jeu, s'usent vite. Ce système est peu en faveur.

5° L'assemblage des tôles, la réunion du corps aux essieux, le groupement des tubes et pièces accessoires, soupapes, manomètre, pompe, est satisfaisant, et la simplicité et aussi le prix de revient, peu élevé pour la construction de la machine, sont complétement atteints.

Cependant l'auteur insistant sur les économies que dans certains pays on est conduit à faire sur le combustible, nous aurions désiré avoir quelques expériences au frein parfaitement faites qui nous eussent éclairé

sur la machine à ce point de vue. Quoi qu'il en soit, nos lecteurs pourront comparer avec soin les dispositions de cette locomobile avec les machines analogues décrites dans notre publication[1].

---

Il nous paraît utile d'ajouter à la note précédente quelques renseignements sur des prix de machines locomobiles.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 chevaux | | 150 tours | . . . . . . . . . . . . . . . | 2,800 fr. |
| 3 — | 1/2 | 135 — | . . . . . . . . . . . . . . . | 3,500 |
| 4 — | | 120 — | . . . . . . . . . . . . . . . | 4,000 |
| 6 — | | 110 — | détente variable pendant la marche. | 5,300 |
| 8 — | | 110 — | — — | 6,200 |
| 9 — | | 110 — | — — | 7,000 |
| 10 — | | 110 — | — — | 8,200 |
| 12 — | | 110 — | — — | 9,000 |

Les données analogues pour machines fixes sont, d'une manière résumée :

| | | |
|---|---|---|
| 2 chevaux | 150 tours . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,150 fr. |
| 4 — | 100 — . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,000 |
| 10 — | 70 — . . . . . . . . . . . . . . . . | 4,600 |
| 25 — | 45 — . . . . . . . . . . . . . . . . | 10,000 |

Les prix des générateurs sont généralement de 45 à 50 fr. les 100 kilog. Voici quelques chiffres d'ensemble pour les types à bouilleurs :

| | | |
|---|---|---|
| 4 chevaux, | sans bouilleur . . . . . . . . . | 1,150 fr. |
| 10 — | deux bouilleurs . . . . . . . . | 2,000 |
| 20 — | — . . . . . . . . | 3,200 |

La maison Albaret, en France, a adopté pour les robinets et la tuyauterie le chiffre de 100 fr. par force de cheval depuis 6 à 10 chevaux, avec 3 mètres d'écartement. Au delà de 10 chevaux, le poids plus la pose sont payés 3 fr. 50 le kilog. Voici quelques données de la même nature sur l'installation de machines fixes provenant de la même source.

## MAÇONNERIE.

*Renseignements sur les frais d'installation d'une machine à vapeur fixe.*

| PRIX APPROXIMATIF de la main-d'œuvre pour construction des FOURNEAU ET CHEMINÉE. | QUANTITÉ APPROXIMATIVE de briques pour la construction. | |
|---|---|---|
| Force de 4 chevaux. 170 fr. | 10.000 briques. | La hauteur de la cheminée est de 15 ou 16 mètres jusqu'à 12 chevaux, et de 20 à 21 mètres de 14 à 20 chevaux. — Le supplément de cheminée se paie 10 fr. le mètre. Le conduit du fourneau à la cheminée se paie à raison de 5 fr. le mètre courant. |
| — 6 — 200 | 12.000 — | |
| — 8 — 230 | 13.000 — | |
| — 10 — 260 | 15.000 — | |
| — 12 — 300 | 16.000 — | |
| — 14 — 340 | de 16 à 20.000 — | |
| — 16 — 380 | | |
| — 18 — 420 | | |
| — 20 — 460 | | |

1. *Montage des matériaux* par Léon Rueff. *Annales du Génie civil*, 4e année, page 793.

Nous aurons occasion, dans une prochaine étude, de compléter ces renseignements pour des *machines à balancier* et quelques types spéciaux pour lesquels les prix de revient peuvent avoir de l'intérêt pour nos lecteurs.

AUSCHER,
Ingénieur civil.

---

# THÉORIE DE LA TURBINE.

---

M. de Pambour vient d'adresser à l'Académie des Sciences la note suivante que nous croyons devoir reproduire *in extenso*.

Les turbines sont des roues à axe vertical qui sont soumises à l'action de trois forces : l'impulsion directe de l'eau, la force centrifuge et la force de réaction.

Supposons qu'une turbine soit arrivée au mouvement uniforme, et qu'on ait mesuré directement le poids d'eau qu'elle dépense par seconde. Soit P ce poids et $g$ la gravité. Soit encore $\alpha$ l'angle sous lequel l'eau affluente arrive à la roue, U la vitesse de cette eau, $v$ la vitesse de la roue à sa circonférence extérieure, et $v''$ sa vitesse à la circonférence intérieure. L'eau affluente, étant animée de la vitesse U, produira une force de pression $\frac{P}{g}U$. En arrivant à la roue, cette force se décomposera en deux autres, l'une dans le sens de la circonférence de la roue et l'autre dans le sens du rayon.

La première de ces deux forces agira pour produire le mouvement de rotation; mais elle n'exercera de pression qu'en vertu de l'excès de sa vitesse sur celle de l'aube. De plus, comme elle est appliquée à la circonférence intérieure de la turbine, il faudra la rapporter, comme toutes les autres forces, à la circonférence extérieure. Ainsi, en exprimant par R le rayon extérieur, et par R″ le rayon intérieur de la roue, l'intensité de cette force sera

$$\text{(A)} \qquad \frac{P}{g} \cdot \frac{R''}{R} (U \cos \alpha - v'').$$

De même, la composante dans le sens du rayon, en pénétrant dans le canal formé par l'intervalle des aubes, ne pourra y exercer de pression qu'en raison de l'excès de sa vitesse sur celle de l'eau qui y est déjà contenue. En appelant donc $u''$ la vitesse de cette eau intérieure, cette force sera représentée par

$$\frac{P}{g} (U \sin \alpha - u'').$$

De plus, appelant $u'$ la vitesse avec laquelle l'eau sort des canaux, à leur jonction avec la circonférence extérieure, le travail effectué en ce point par cette force, en une seconde, sera

$$\frac{P}{g} (U \sin \alpha - u'') u'.$$

Enfin ce travail pourra être représenté, à la vitesse $v$, par la force suivante :

$$\text{(B)} \qquad \frac{P}{g} (U \sin \alpha - u'') \frac{u'}{v}.$$

En ce qui concerne la force centrifuge, elle agit de deux manières dans la turbine. Il y a d'abord la force centrifuge *de la roue*. On sait que son effet est d'augmenter la dépense d'eau, et par suite le travail de la turbine. M. Poncelet a donné une formule qui exprime cette action, et qui donne le moyen de connaître la dépense d'eau d'une turbine, d'après sa vitesse de rotation et la hauteur de chute sous laquelle elle travaille (*Comptes rendus*, t. VII, p. 260). Cette formule nous permet donc de supposer qu'on connaîtra dans tous les cas la dépense d'eau d'une turbine, dès qu'on en possédera les données. En outre, nous prouverons dans le Mémoire dont cette Note est extraite, que l'action de la force centrifuge est consommée en totalité par le surplus de provision d'eau qu'elle fournit à la turbine. Ainsi, en établissant le calcul sur la dépense d'eau *totale*, il n'y a plus lieu à tenir compte autrement de cette force centrifuge.

Mais il y en a une autre, qui agit *sur l'aube* en raison de la courbure de celle-ci et de la vitesse de l'eau qui la parcourt. En appelant $\omega$ la vitesse angulaire de l'eau qui la parcourt, $\rho$ leur rayon de courbure extérieur, et $\rho''$ leur rayon intérieur, la quantité de travail développée par cette force en une seconde, sera

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{P}{g}\,\omega^2\,(\rho^2-\rho''^2).$$

Comme ce travail se produit dans la direction de la normale à l'aube, en nommant $\theta$ l'angle de cette direction avec celle du mouvement de rotation, appelant aussi $R_1$ la distance du milieu de l'aube à l'axe de la roue, et $u_1$ la vitesse de l'eau le long des aubes $\left(\text{ce qui donne } \omega=\frac{u_1}{\rho}\right)$, on voit que ce travail rapporté à la direction du mouvement et à la circonférence extérieure, et de plus remplacé par une force agissant à la vitesse $v$, deviendra

$$\text{(E)}\qquad \frac{1}{2}\,\frac{P}{g}\cdot\frac{u_1^2}{\rho^2}\,(\rho^2-\rho''^2)\,\frac{R_1}{R}\cdot\frac{\cos\theta}{v}.$$

Les trois forces qui précèdent sont les éléments de la puissance. Pour passer à ceux de la résistance, la vitesse U′ conservée par l'eau de fuite sera, comme l'a fait remarquer M. Poncelet, la résultante de la vitesse $u'$ que possède l'eau à la sortie des canaux, et de la vitesse $v$ à laquelle elle participait dans le mouvement général. D'après les principes connus, en appelant $\varphi$ l'angle de la direction de la vitesse $u'$ avec la vitesse $v$, la valeur de cette résultante sera donnée par la formule

$$U'^2=u'^2+v^2-2u'v\cos\varphi,$$

et la quantité de travail perdue par l'eau de fuite aura pour valeur

$$\text{(F)}\qquad \frac{1}{2}\,\frac{P}{g}\,U'^2.$$

Enfin, puisque l'eau de fuite sort de la roue avec la vitesse U′, si l'on appelle $\varphi'$ l'angle que fait la direction de U′ avec la vitesse $v$, on voit que la quantité d'action dont cette force dispose dans le sens du mouvement et par conséquent l'effet de la réaction qui en résulte en sens contraire sera

$$\text{(G)}\qquad U'^2\cos^2\varphi'.$$

L'angle $\varphi$ n'est pas donné directement, mais on peut l'obtenir par le parallélogramme des forces $u'$ et $v$, ou par le rapport des sinus des angles aux côtés opposés, dans le triangle qui forme la moitié de ce parallélogramme, ce qui donne :

$$\sin\varphi'=\sin\varphi\,\frac{U'}{u}.$$





On pourra de même recourir à ce parallélogramme pour reconnaître le sens dans lequel agit la réaction; car elle pourra, selon les cas, agir soit contre le mouvement, soit en sa faveur.

Toutes les quantités contenues dans les expressions qui précèdent sont connues *à priori*, excepté les vitesses U, $u'$, $u''$ et $u_1$. Mais elles s'obtiendront facilement en considérant que l'on connaît toutes les dimensions des orifices d'entrée ou de sortie existants sur la roue. En appelant donc O la somme des aires contractées des orifices de sortie du réservoir, O″ la somme des aires des orifices d'entrée dans la turbine, et O′ celle des orifices de sortie, de plus exprimant par $P_1$ le volume d'eau correspondant au poids P, et supposant qu'il y a dans la turbine des diaphragmes qui permettent d'y considérer les conduits comme étant toujours remplis d'eau, on aura :

$$\text{(H)} \qquad U = \frac{P_1}{O}, \quad u' = \frac{P_1}{O'}, \quad u'' = u'\frac{O'}{O''}, \quad u_1 = \frac{u' + u''}{2}.$$

Enfin, en reprenant tous les éléments de la puissance et ceux de la résistance, ajoutant à ces derniers les résistances passives qui se produisent dans toutes les machines, et qui ont été analysées dans nos communications précédentes, on formera l'équation d'équilibre de la turbine; puis faisant, pour simplifier,

$$\frac{1}{1 + f'} = \xi \quad \text{et} \quad \frac{P}{g} = M,$$

on en déduira, pour l'effet *utile*, l'expression

$$(2) \quad \begin{cases} E.u. = rv = \xi M \frac{R''}{R}(U \cos \alpha - v'')\, v + \xi M\, (U \sin \alpha - u'')\, u \\ \quad + \frac{1}{2}\xi M \frac{u_1^2}{\rho^2}(\rho^2 - \rho''^2)\frac{R_1}{R}\cos\theta - \frac{1}{2}\xi M U'^2 \\ \quad - \frac{1}{2}\xi M U^2 \cos^2 \varphi' - fv - \Sigma v^3. \end{cases}$$

On remarquera que les formules que nous obtenons ainsi ne contiennent que cinq termes à calculer; et quand on en aura une fois fait l'essai, on trouvera qu'elles sont en réalité d'un calcul très-facile. Du reste, comme la turbine n'offre aucune surface directement opposée au choc de l'air ou de l'eau, on pourra y faire $\Sigma = 0$; et c'est ce qui explique pourquoi la turbine fonctionne également bien sous l'eau et hors de l'eau.

Pour comparer le résultat de ces formules avec l'expérience, nous avons calculé les expériences faites par M. Morin sur la turbine de Mülbach, et dont il a donné les détails dans ses *Leçons de Mécanique pratique*, p. 352 et 457, 2e partie.

Les dimensions de cette turbine sont les suivantes : somme des aires contractées des orifices du réservoir, dans les séries IV et V, O = $0^{mq},24492$, et dans la série VI, O = $0^{mq},28577$; aire des orifices contractés de la turbine à la sortie des canaux O′ = $0^{mq},29646$; aire pareille à l'entrée des mêmes canaux O″ = $0^{mq},77338$; rayon extérieur de la roue R = $0^{mq},950$, rayon intérieur R″ = $0^{m},686$, rayon moyen $R_1 = 0^{m},818$; angle d'incidence de la veine liquide sortant du réservoir, sur la circonférence intérieure de la roue $\alpha = 34°30'$; angle de sortie de l'eau de fuite avec la circonférence extérieure de la roue $\varphi = 25°30'$; rayon de courbure extérieur de l'aube $\rho = 0,200$, rayon intérieur $\rho'' = 0^{m},117$; inclinaison de la normale à l'aube, sur la direction du mouvement de rotation, $\theta = 30$ degrés; frottement présumé de la roue $f = 28$ kilogrammes.

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau suivant. Le total des chiffres du calcul excède de 2 p. 100 celui des expériences. On n'a pas comparé ces résultats

à d'autres calculs, puisqu'il n'y a pas de formule pratique en usage, pour ces roues.

| Nos des expériences. | Charge de la roue. | Poids d'eau dépensé par seconde. | Vitesse de la roue par seconde. | Effet utile d'après le calcul. | Effet utile d'après l'expérience. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **SÉRIE IV.** | | | |
| | kil. | kil. | m. | kgm. | kgm. |
| 50 | 31,5 | 2178 | 10,347 | 352 | 326 |
| 51 | 63,0 | 2157 | 10,247 | 346 | 645* |
| 52 | 125,8 | 2148 | 10,097 | 598 | 1270* |
| 53 | 188,6 | 2125 | 9,451 | 1779 | 1782 |
| 54 | 251,3 | 2115 | 8,993 | 2550 | 2260 |
| 55 | 313,3 | 2115 | 8,663 | 3115 | 2715 |
| 56 | 377,3 | 2070 | 8,237 | 3267 | 3108 |
| 57 | 439,8 | 2030 | 7,959 | 3236 | 3500 |
| 58 | 503,5 | 2030 | 7,461 | 3811 | 3757 |
| 59 | 566,1 | 2030 | 6,964 | 4247 | 3942 |
| 60 | 629,3 | 2030 | 6,725 | 4406 | 4232 |
| 61 | 629,3 | 2030 | 6,675 | 4436 | 4200 |
| 62 | 691,5 | 1986 | 6,268 | 4269 | 4334 |
| 63 | 754,9 | 1986 | 5,770 | 4420 | 4356 |
| 64 | 818,1 | 1923 | 5,034 | 4097 | 4118 |
| 65 | 879,8 | 1923 | 4,825 | 4115 | 4245 |
| 66 | 945,1 | 1923 | 4,377 | 4136 | 4137 |
| | | | | 53170 | 51956 |
| | | **SÉRIE V.** | | | |
| | kil. | kil. | m. | kgm. | kgm. |
| 67 | 282,8 | 2274 | 9,948 | 2602 | 2813 |
| 68 | 346,0 | 2178 | 9,650 | 3015 | 3339 |
| 69 | 409,3 | 2242 | 9,053 | 3976 | 3705 |
| 70 | 471,4 | 2179 | 8,655 | 3950 | 4080 |
| 71 | 534,6 | 2156 | 7,959 | 4554 | 4255 |
| 72 | 602,0 | 2075 | 7,163 | 4510 | 4312 |
| 73 | 658,5 | 2033 | 6,665 | 4465 | 4389 |
| 74 | 708,8 | 2022 | 6,178 | 4596 | 4379 |
| 75 | 786,7 | 1996 | 5,720 | 4506 | 4500 |
| 76 | 849,4 | 1949 | 5,372 | 4257 | 4563 |
| 77 | 912,2 | 1949 | 4,915 | 4287 | 4483 |
| | | | | 44718 | 44818 |
| | | **SÉRIE VI.** | | | |
| 78 | 509,5 | 2640 | 9,013 | 5378 | 4592 |
| 79 | 597,1 | 2640 | 8,655 | 5843 | 5168 |
| 80 | 661,2 | 2555 | 8,416 | 5259 | 5565 |
| 81 | 787,3 | 2555 | 7,685 | 5874 | 6050 |
| 82 | 912,5 | 2555 | 6,864 | 6334 | 6264 |
| 83 | 1039 | 2640 | 6,576 | 7211 | 6831 |
| 84 | 1071 | 2558 | 6,118 | 6632 | 6545 |
| | | | | 42531 | 41015 |
| Somme des totaux partiels... | | | | 140419 | 137789 |

* La courbe tracée par l'expérimentateur, pour représenter cette série, montre que les deux expériences 51 et 52 présentent une anomalie qui a exigé une interpolation.

La note de M. de Pambour, qui fait partie d'un travail général sur la théorie des roues hydrauliques a été renvoyée à une commission composée de MM. Poncelet, Morin, Combes et Delaunay.

---

# REVUE DE CHIMIE PRATIQUE ET THÉORIQUE.

---

**Préparation du bromure de cadmium sublimé.** — M. Oscar Heese[1] de Berlin, ayant réuni une certaine quantité d'eaux-mères provenant de la préparation du bromure de cadmium et qui étaient trop impures pour fournir une nouvelle cristallisation, en a extrait le sel de cadmium, par substitution, en opérant de la manière suivante : Ces eaux-mères furent évaporées à siccité, le résidu partagé en petites portions qu'on introduisit dans de petits creusets en porcelaine recouverts d'un couvercle luté et chauffés à une température de 250 à 300°. Le bromure de cadmium se sublima à la partie supérieure du creuset, sous forme de houppes brillantes et argentées qui paraissaient transparentes. Ce sel sublimé est anhydre et convient parfaitement pour la photographie.

1. *Chem. techn. Repertor.* de E. Jacobsen, 1865 I, p. 105.

**Chlorure stannique hydraté.** — Le chlorure stannique anhydre est, comme on le sait, un liquide incolore très-lourd; il répand a l'air d'épaisses fumées blanches qui irritent vivement les voies respiratoires. M. Gerlach[1] a trouvé que sa densité à 15° est égale à 2,234.

Le chlorure stannique est dissous par l'eau, mais si l'on évapore à siccité une pareille solution très-concentrée, uue certaine quantité de chlorure se réalise et se dégage avec les vapeurs d'eau, et plus la liqueur se concentre, plus les vapeurs deviennent acides; il y a probablement décomposition en un sel acide et un sel basique, et si l'on calcine le résidu d'oxyde d'étain, on ne peut plus y constater la présence du chlore.

D'après M. Gerlach, en mélangeant l'équivalent de chlorure avec l'équivalent d'eau, on observe une forte élévation de température; 1/3 du chlorure se combine avec l'eau en formant une masse solide et les 2/3 restent à l'état anhydre. La formule de l'hydrate formé est donc $SnCl^2 + 3HO$. M. Gerlach obtint encore trois autres hydrates renfermant 4, 5 et 8 équivalents d'eau; l'hydrate à 5 équivalents d'eau est le plus stable de tous ceux que forme le chlorure stannique.

**Fabrication du chlorure de plomb.** — Dans la fabrique de M. Bell, à Newcastle[2], on prépare le chlorure de plomb en chauffant de la galène finement pulvérisée (sulfure de plomb) avec de l'acide chlorhydrique concentré; de l'hydrogène sulfuré se dégage. Le chlorure de plomb formé est dissous dans l'eau bouillante et traité par autant d'eau de chaux qu'il en faut pour décomposer la moitié du chlorure. Il se forme un précipité blanc d'oxychlorure de plomb qui, lavé et desséché, constitue une poudre blanche qu'on emploie beaucoup pour remplacer la céruse.

**Préparation du sulfite ammoniaco-cuivreux.** — D'après M. H. Vohl[3], en dissolvant de l'azotate ou du sulfate de cuivre dans l'eau bouillante et en saturant la solution par l'ammoniaque de manière à redissoudre tout l'oxyde de cuivre qui s'est d'abord précipité, puis en ajoutant peu à peu du sulfite ammonique et prolongeant l'ébullition pendant un certain temps, la liqueur devient tout à fait incolore et tout l'oxyde cuivrique est réduit à l'état d'oxyde cuivreux; la dissolution incolore, saturée par l'acide acétique concentré, laisse déposer, par refroidissement, le sel double en belles lames hexagonales nacrées et régulières qui ont la composition

$$Cu^2O, SO^2 + AzH^4O, SO^2.$$

M. Vohl parvint à préparer le sel de potasse correspondant à ce sel ammoniacal, en opérant de la manière suivante : une solution d'un sel cuivrique est décomposée par un excès de potasse; dans le mélange on dirige un courant d'acide sulfurique; le précipité bleu qui s'est formé par l'addition de la potasse devient progressivement vert, jaune, puis rouge, enfin il se dissout; la solution est incolore. Le liquide qui s'est échauffé fortement pendant l'absorption de l'acide sulfureux, abandonne, par le refroidissement, une masse dure, cristalline; ce sel est anhydre, sa composition est

$$Cu^2O, SO^2 + KO, SO^2.$$

**Cyanure de cuivre ammoniacal.** — M. Lallemand a décrit un sel violet qui s'était déposé à la longue dans un bain de cuivrage obtenu en dissolvant du cyanure de cuivre dans un excès de cyanure potassique. Il attribue la coloration de ce sel à une petite quantité de cyano-ferrure de cuivre qu'on peut en séparer par l'acide azotique. Suivant MM. Schiff et Bechi[4], la matière colorante n'est pas le cyano-

1. *Dingler, polyt. Journ.*, t. CLXXVIII, p. 49.
2. *Deutsche industr. Zeit.*, p. 268.
3. *Journ. für prakt. Chemie*, t. XCV, p. 218.
4. *Comptes rendus*, t. LIX, p. 33.



ferrure de cuivre, car ce sel est insoluble dans l'acide azotique. La solution acide renferme du cuivre et de l'ammoniaque, mais elle ne donne pas de réaction avec les sels de fer. Le résidu blanc est du cyanure cuivreux ; le sel violet cristallise sans altération de la dissolution ammoniacale chaude, tandis que le cyano-ferrure de cuivre devrait être décomposé par l'ammoniaque.

Le cyanure de cuivre absorbe le gaz ammoniaque sec ; il se forme du cyanure de *cuprosonium*.

$$Az \left\{ \begin{matrix} H^3 \\ Cu \end{matrix} \right\} Cy.$$

En faisant bouillir le cyanure cuivreux avec de l'ammoniaque au contact de l'air, l'oxygène est absorbé. Pendant le refroidissement, le liquide se remplit de feuillets brillants d'un beau violet, ressemblant au sesqui-oxyde de chrome ; ce sel est le cyanure de cuprosonium contenant une petite quantité de cyanure de *cupriconium*.

$$\left. \begin{matrix} Cu^4 \\ H^3 \\ H^3 \end{matrix} \right\} Cy^2.$$

Une combinaison définie des deux sels se dépose en prismes rectangulaires lorsqu'on fait refroidir la solution bleue que l'on obtient par une ébullition prolongée du cyanure cuivreux avec l'ammoniaque, au contact de l'air. Sa formule est :

$$Az^2 H^6 Cu Cy^2, 4 Az H^3 Cu Cy.$$

**Serpents de Pharaon.** — Sous ce nom, on a introduit dans le commerce un jouet assez dangereux basé sur la propriété que possède le sulfo-cyanure de mercure de se gonfler en brûlant, et de produire une masse spongieuse et très-légère affectant la forme d'un serpent. Pendant cette combustion, il se dégage du sulfure de carbone, de l'azote et des vapeurs de mercure. Pour fabriquer les *Serpents de Pharaon*, on ajoute au sulfo-cyanure de mercure une petite quantité de chlorate de potasse, et on remplit de ce mélange de petits cônes creux en plomb ; il suffit de mettre le feu à la partie supérieure du cône pour en voir surgir un serpent qui se tord en prenant des formes bizarres et qui souvent imite assez bien un véritable serpent.

Comme nons l'avons dit, ce jouet présente des dangers contre lesquels on doit préserver les enfants : le sulfo-cyanure de mercure est un poison très-violent, et les vapeurs de mercure qui se dégagent pendant sa combustion sont excessivement nuisibles pour la santé.

**Préparation du fer pur pour les électro-aimants.** — Jusqu'à présent, on prépare le fer pur en réduisant l'oxyde de fer par un courant d'hydrogène ; le fer très-divisé qu'on obtient par cette réduction étant comprimé et forgé, s'agglomère et prend corps de la même manière que le platine. Récemment M. Becquerel a proposé de préparer le fer chimiquement pur par voie galvanique. A cet effet, on se sert d'un large tube de verre recourbé en U, dont une des branches renferme une solution de sulfate de fer, et l'autre une dissolution de sel marin ; dans les deux branches on introduit des lames de platine communiquant avec les pôles d'une pile électrique de trois éléments ; le courant est réglé de manière à ce qu'il ne se dégage que des traces d'hydrogène. Au pôle positif, il se forme un sulfate double de fer et de soude, et au pôle négatif il se précipite du fer métallique complétement pur et convenant parfaitement pour la fabrication des électro-aimants.

E. KOPP.

---



# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN

### Usine de Kinning Park-Glasgow.

(Planche XXVII, fig. 1, 2, 3 4.)

MM. James Bennie et Cᵉ ont construit près de Glasgow une usine pour la fabrique de l'huile de houille. L'appareil se compose de cornues destinées à la fabrication; quant à l'épuration qui constitue une opération tout à fait distincte, elle se pratique tantôt sur le lieu de la production, tantôt dans une usine spéciale. Le procédé est très-simple; il consiste à mélanger l'huile brute avec des acides, des alcalis, du sulfate de fer et à placer le tout dans un alambic et à condenser les vapeurs qui se dégagent. MM. James Bennie ont établi près de Leeds une usine destinée à la rectification de l'huile de houille. Elle comprend un très-grand nombre de cornues, mais la planche n'en reproduit que quelques-unes. La fig. 1 montre les alambics en élévation, et la fig. 2 est une vue de côté des alambics et des serpentins et des réservoirs d'huile. Ces alambics sont des récipients en forme de pots en fonte dans lesquels circule un courant de vapeur surchauffée qui traverse les tubes représentés dans la fig. 1 par des lignes ponctuées. Ils sont placés sur un petit fourneau dont la chaleur a pour but de maintenir constante la température de la partie supérieure.

La portion du fourneau qui sépare deux pots consécutifs sert à produire la vapeur surchauffée. Le surchauffeur est de l'invention de M. J. Bennie, il est très-simple et très-efficace. Il se compose d'une enveloppe de fonte qui entoure un tube de fer forgé enroulé en serpentin. Cette enveloppe est maintenue au rouge et protége le serpentin de la corrosion, des chocs, et supplée à la résistance qui manque au serpentin à cause de l'élévation de la température. Sur la figure on aperçoit facilement la disposition des surchauffeurs. Dans les fig. 3 et 4 on voit les alambics, les condenseurs en plan et les réservoirs ainsi que les machines employées pour mettre en mouvement les agitateurs.

L'usine de Kinning Park est l'établissement le plus important consacré à la préparation de l'huile de houille et par cela même il présente un intérêt considérable. Destiné d'abord au moulage des pièces de fonte nécessaires aux ateliers de Robert Napier et fils, pour la construction des navires en fer, il a été transformé plus tard pour servir à fabriquer exclusivement les appareils destinés à la fabrication de l'huile de houille.

Les bâtiments d'exploitation sont au nombre de deux, bâtis à angle droit, l'un sur l'autre. L'un d'eux à 45 mètres de long et 15 mètres de large; latéralement à ceux-ci, sont deux autres bâtiments qui leur communiquent et qui sont destinés aux petits ouvrages. A la sortie de vastes ateliers, se trouvent neuf étuves qui ont de $7^{m},3$ à 9 mètres de long sur $2^{m},5$ à 6 mètres de large. Elles sont pourvues de rails et d'un matériel roulant approprié au transport des moules et des pièces de fonte dont le poids s'élève souvent de 15 à 20 tonneaux.

Les pièces de fonte se manœuvrent à l'aide de six grandes grues qui peuvent porter jusqu'à 20 tonneaux. Elles ont été construites sur les plans de M. Bennie.

On fond la fonte dans quatre grands fours qui reçoivent le vent d'un ventilateur Lloyd de 2 mètres, qui fait mille tours par minute et qui est conduit par une machine de 15 chevaux. A côté, est un grand fourneau à air capable de contenir jusqu'à 15 tonnes de métal. Une cheminée de 30 mètres de hauteur active le tirage.

Toutes les pièces de fonte se fabriquent avec un mélange dont la composition est



spéciale à l'usine. M. Bennie a éprouvé dans l'origine beaucoup de difficultés pour construire les alambics, parce que la fonte se fendillait. On a essayé le fer forgé, mais il ne convient pas, car, même avec le plus grand soin et les meilleurs ouvriers, on a reconnu qu'il était impossible d'éviter les fuites.

Grâce au soin apporté dans le mélange de la fusion des matériaux et à la précaution de fondre les alambics en plaçant le fond à la partie inférieure, on est arrivé à de bons résultats à l'usine de Kinning Park, dont les alambics ont une réputation bien établie. Par l'usage, on peut les fondre mais non les fendre. On fabrique 25 tonnes de fonte par jour, de sorte qu'il était absolument nécessaire d'avoir un personnel éprouvé.

MM. Bennie fabriquent des cornues verticales, mais les cornues horizontales sont préférées, et c'est là le principal objet de la fabrication de l'usine. Leur épaisseur est partout la même, ce sont de vraies ovales dont la longueur est de $3^m,3$ et les diamètres transversal et vertical sont respectivement $0^m,9$ et $0^m,6$. On fabrique de 2 à 4 cornues par jour. Plus de 600 cornues de cette espèce sont actuellement en exploitation, tandis que 1,200 cornues de forme verticale sont établies en Angleterre, en Écosse et dans le Flintshire.

Les cornues sont toutes de même dimension, c'est le maximum que puissent transporter les chemins de fer, car on en porte bien peu par mer. Elles contiennent chacune 6,810 litres environ. Un coup d'œil sur la planche donnera une idée nette de leur forme.

Outre les cornues et les alambics qui forment le principal objet de fabrication à Kinning Park, l'usine livre, en outre, tous les appareils en fonte qui servent à la fabrication de l'huile de houille, comme fontes de fourneaux, serpentins, réservoirs, surchauffeurs et cuves pour soumettre l'huile à l'action de l'acide sulfurique et de la soude caustique.

M. Bennie construit une espèce de cuve qui mérite l'attention des ingénieurs. Elle se compose d'un réservoir haut de $3^m,6$, formé de plaques de fonte boulonnées et réunies ensemble. A moitié hauteur est un faux plancher percé d'un grand nombre de petits trous. Dans le compartiment inférieur on met l'huile et l'acide ou la soude selon le cas, et le mélange se fait à l'aide de palettes et au moyen d'une pompe à vapeur adaptée au réservoir. On peut élever le mélange dans le compartiment supérieur en filets déliés, ce qui produit une incorporation complète de l'huile avec les agents chimiques destinés à la purifier.

Le chiffre d'affaires de l'usine est considérable et donne une idée de l'accroissement d'une industrie qui n'existe que depuis un petit nombre d'années.

*(The Engineer).*

**De l'éclairage des voitures des chemins de fer au moyen du gaz,**
**par J. Hall.**
Planche XXVIII (fig. 1 à 4).

Il n'y a qu'une voix sur la mauvaise disposition de l'éclairage des voitures de chemin de fer pendant la nuit. Il est si insuffisant qu'on peut à peine lire ou apercevoir ses compagnons de voyage, et l'impression désagréable qui en résulte augmente notablement les ennuis du voyage. Les ingénieurs des usines à gaz doivent songer à y porter remède.

Les lampes à huile qu'on emploie maintenant sont insuffisantes et ne répondent pas aux besoins du service, mais d'un autre côté les difficultés que présente l'emploi du gaz ou des autres modes d'éclairage ne sont pas aisées à surmonter. Les Compagnies des chemins de fer exigent avec raison que le mode d'éclairage réunisse les avantages suivants : 1° la lumière doit être plus intense ; 2° elle ne doit pas être plus chère ; 3° l'appareil doit occuper peu de place ; 4° il doit pouvoir s'adapter



aux voitures actuellement en circulation; 5° chaque voiture doit se suffire à elle-même de manière à pouvoir être séparée immédiatement du train ; 6° la provision de la substance éclairante doit durer au moins seize heures; 7° les réparations doivent être faciles à faire.

Ce n'est pas le lieu de faire l'histoire de l'éclairage des trains, il vaut mieux exposer l'état actuel de la question et montrer le parti que l'on peut tirer des diverses substances employées pour l'éclairage.

Le gaz est certainement le meilleur mode d'éclairage que l'on possède. Les systèmes employés jusqu'ici sont à haute ou à basse pression. Le premier a été introduit en France par M. Hugon et en Angleterre par M. Thompson : le succès ne paraît pas avoir répondu aux espérances. L'idée de MM. Hugon, Thompson et autres qui ont soutenu les avantages de la haute pression, consiste à placer sous les voitures des cylindres remplis de gaz comprimé de 5 à 10 atmosphères et à le faire passer dans des régulateurs qui ramènent la pression au point voulu pour l'éclairage. M. Hugon, par ses relations avec la Compagnie de gaz portatif de Paris, avait toutes les facilités possibles pour employer le gaz comprimé; il a fait plusieurs expériences sur l'un des chemins de fer de France, mais son système n'a pas été adopté. En 1858, Thompson a mis la dernière main à son projet d'éclairage des voitures au moyen du gaz comprimé. Il proposait qu'aux principales stations la Compagnie fabriquât elle-même son gaz : une machine à vapeur et des pompes auraient permis de remplir des réservoirs portatifs en puisant dans un réservoir fixe ou un gazomètre. Celui-ci aurait toujours contenu du gaz de 5 à 10 atmosphères, ce qui eût permis de remplir facilement les cylindres des voitures. En se servant d'un appareil réglant automatiquement la pression, on aurait ramené celle-ci à ce qui convient pour la combustion. La planche XXVIII, fig. 1, montre la disposition de l'appareil.

En 1858, des expériences ont été faites sur le chemin de fer de Dublin et de Kingston pour déterminer la valeur pratique du système, mais il ne fut pas adopté. Évidemment, il eût été adopté par les Compagnies de France et d'Angleterre si ses avantages avaient été réels. Il n'est pas douteux que le principal inconvénient ne soit le prix élevé des installations : 1° d'abord la dépense de l'établissement nécessaire pour comprimer jusqu'à dix atmosphères, ce qui nécessite plusieurs pompes s'alimentant l'une l'autre ; 2° le grand nombre d'appareils semblables pour les différentes stations; 3° l'appareil lui-même est coûteux; 4° le régulateur de la pression se compose en partie de substances flexibles, et les ingénieurs qui s'occupent du gaz savent bien qu'à des pressions même peu élevées, aucune substance flexible ne conserve les gaz; 5° pour les hautes pressions, on ne possède pas de véritable régulateur à gaz; 6° les voyageurs peuvent redouter de monter dans des voitures qui portent des réservoirs de gaz à haute pression.

Le second système proposé emploie le gaz à basse pression. La fig. 3 représente l'appareil patenté par Newal. Il y a peu de temps, une des Compagnies les plus importantes, toujours prête à adopter les perfectionnements qui ont pour but d'augmenter le bien-être des voyageurs, avait sur ses lignes un service de trains muni de l'appareil Newal, qui faisait à chaque fois un trajet de 424 kilomètres. A Londres et à plusieurs autres stations auxquelles s'arrêtait le train, on avait disposé des réservoirs destinés à remplir les cylindres renfermés dans l'un des compartiments des voitures fig. 2. Le cylindre A était rempli d'eau tout d'abord, on le vidait et le gaz se précipitait à la place pour le remplir. Quand il était plein, ce qu'on reconnaissait au moyen d'un indicateur de niveau E, on fermait la valve d'arrivée du gaz et on ouvrait la valve B qui amenait l'eau. Le travail de compression commençait alors, grâce à l'introduction de l'eau; un indicateur de pression placé sur le cylindre permettait d'en suivre la marche. Les réservoirs se remplissaient en

ouvrant un des robinets fixés au cylindre, ce qui permettait au gaz de passer par des tuyaux flexibles dans les réservoirs des trains. Chaque train avait 24 becs et 2 réservoirs pouvant contenir ensemble 10,7 mètres cubes de gaz. Les parois des réservoirs étaient en tissu de caoutchouc susceptibles de s'étendre ou de se contracter comme des soufflets. La voiture contenant les réservoirs était placée à la suite des trains, les voitures étant attachées comme à l'ordinaire, le gaz passait d'une voiture à l'autre au moyen de tubes de caoutchouc. Auprès de chaque bec, sur le plafond de la voiture, on avait un petit réservoir à gaz contenant à peu près 7 litres, destiné à empêcher le bec de s'éteindre ou de varier trop fortement. Sous la main du chef de train, se trouvait un robinet qui permettait de régler la sortie du gaz et l'alimentation des becs.

Les principaux inconvénients de ce système sont les suivants :

1° A chaque station où l'on renouvelait la provision de gaz, on mettait un compteur en communication avec l'appareil qui fournissait le gaz. A moins d'apporter le plus grand soin à cette opération, si par exemple on remplissait trop vite le cylindre, les becs de la station et des maisons voisines vacillaient et ne donnaient pas une lumière fixe ;

2° Il fallait, pour comprimer le gaz, une forte colonne d'eau, de sorte que lorsque les trains arrivaient à la station, il fallait remplir rapidement les réservoirs ; dans certaines stations, on ne pouvait obtenir ce résultat, et alors ou bien les trains avaient du retard ou bien ils restaient dans l'obscurité. Souvent aussi, à cause de la faible quantité de gaz qu'ils portaient, les trains arrivaient fréquemment aux stations dans l'obscurité la plus complète, surtout lorsque des circonstances imprévues avaient amené des retards. Enfin, après quelques essais, il fut évident qu'il était impossible d'employer ce système pour obtenir un bon éclairage.

Les petits accidents se produisaient souvent par suite des causes indiquées plus haut ; de plus, il était impossible de séparer les voitures d'un train sans éteindre les becs ; puis les tuyaux perdaient ; enfin, dans plusieurs stations l'eau coûtait cher et il en faut autant que de gaz.

L'éclairage des trains que l'on nomme trains locaux, c'est-à-dire ceux qui ne font qu'un court trajet et que l'on ne sépare pas, mérite quelque considération.

Le procédé employé sur plusieurs lignes d'Angleterre ressemble à celui de Newall, mais le gaz passe des réservoirs de la Compagnie dans ceux du train sans être comprimé. Il faut environ 25 minutes pour charger un réservoir flexible capable de contenir 3,540 litres à la pression ordinaire. Ce procédé est lent et par conséquent sujet aux critiques, car les trains sont obligés de s'arrêter très-longtemps aux stations pour faire leur provision de gaz. Il arrive souvent aussi que les trains locaux, s'arrêtant de station en station, ne peuvent stationner que quelques minutes et par suite n'ont pas le temps de remplir leurs réservoirs.

Les réservoirs flexibles qu'on emploie dans ce système sont les mêmes que dans le système Newal, les tubes et les becs sont comme à l'ordinaire.

Quoique l'éclairage des trains par le gaz ait eu jusqu'ici peu de succès, M. King, de Liverpool, a proposé un système trés-étudié. Chaque voiture porte sa provision de gaz pour seize heures. Pour les trains locaux, les voitures ont la disposition indiquée dans la fig. 4.

Le système de King est à basse pression. De deux en deux stations, quelquefois de trois en trois, on a installé des réservoirs dans lesquels une colonne d'eau peut produire une pression de 8 à 10 centimètres.

Chaque voiture porte son réservoir au-dessous du plancher et immédiatement au-dessus des essieux. Le réservoir est divisé en deux par le diaphragme B. Le gaz est placé au-dessous du diaphragme et amené peu à peu des réservoirs selon le besoin. Le diaphragme B a un poids tel qu'il donne une pression suffisante aux becs.

et comme il ne peut entrer qu'une petite quantité d'air au-dessus du diaphragme, il ne peut se produire d'oscillation appréciable de la flamme.

Le gaz est amené aux becs par les tuyaux G. La grande superficie du diaphragme permet au gaz de remplir rapidement l'appareil même lorsqu'il a la pression ordinaire. Les tubes de caoutchouc forment ici la partie le plus restreinte de l'appareil. Dans le système King, il y en a moitié moins que dans celui de Newall. Le système King exige moins de place pour la même quantité de gaz, la dépense pour l'installation d'une voiture est de 300 francs.

Les objections à faire au système King, sont : 1° le volume ; 2° les tuyaux flexibles. L'avenir apprendra si ces inconvénients sont ou non inhérents à l'emploi du gaz.

Pour fournir le gaz aux trains, M. Hall a imaginé un réservoir fixe : il se compose d'un gazomètre ordinaire, mais la disposition spéciale réside dans la manière dont on l'emplit et dont on le vide dans les réservoirs du train.

Il peut sembler étrange qu'en Angleterre, où la production et l'emploi du gaz ont acquis une si grande perfection, on n'ait pu encore arriver à des résultats satisfaisants quant au sujet en question. Il reste encore beaucoup de recherches à faire dans ce sens afin d'arriver à trouver un système simple et pratique.

Avant de terminer ces remarques, il importe de mentionner les tentatives faites pour brûler un mélange d'air et de carbure d'hydrogène très-volatil. MM. Trecshel et Clayton de Manchester et quelques autres ont essayé d'employer ce mélange pour l'éclairage des voitures de chemin de fer. Ils opèrent de la manière suivante : Un vase renfermant le carbure d'hydrogène et les tuyaux qui l'amènent sont placés sur le dôme de la voiture. L'air est forcé de traverser le liquide, il provient d'un sac flexible pressé par la chute d'un poids dont le mouvement est réglé par un ventilateur conduit par les essieux de la voiture.

Le succès n'a pas, à ce qu'il paraît, complétement couronné les tentatives dans ce sens.

Les objections sont les suivantes : 1° le carbure d'hydrogène et l'air qu'il tient en suspension forment un mélange détonant ; 2° la volatilité du liquide varie avec la température ; 3° la flamme est vacillante.

On a aussi remarqué que le liquide ne se vaporise pas toujours de la même manière pendant la durée de la combustion, et en hiver il ne se vaporise pas si l'on n'en élève pas la température.

L'éclairage à l'huile continue à être employé en Angleterre pour les voitures de première classe. Mais les objections à ce sujet sont nombreuses : 1° la fumée est abondante ; 2° au bout de quelque temps la mèche se charbonne ; 3° la lumière ne tarde pas à s'affaiblir ; 4° les taches de graisse viennent salir les garnitures des voitures ; 5° cet éclairage est coûteux ; 6° il demande beaucoup de temps pour l'entretien des lampes. Il est si imparfait que beaucoup de voyageurs emportent avec eux leur propre lampe.

La lumière d'une voiture de première classe équivaut ordinairement à 3,6 bougies. Il n'est pas nécessaire d'insister sur ce que cet éclairage est insuffisant, mais il ne sera pas sans intérêt de comparer son prix à celui du gaz ou de l'huile de pétrole.

Malgré les tentatives faites jusqu'ici pour brûler sans cheminée les carbures d'hydrogène minéraux, on n'a encore proposé aucune lampe bien construite et qui ne donne beaucoup de fumée. Placer sur le dôme d'une voiture une lampe munie d'un verre est une chose difficile, car s'il vient à casser, les morceaux ne tardent pas à se recouvrir de noir de fumée et la lumière s'obscurcit. Après bien des tentatives, M. Hall a imaginé une disposition très-simple de lampe et de lanterne pour brûler le pétrole et la paraffine. Ici le verre protecteur et le couvercle métallique forment une grande cheminée, de telle sorte que l'air intérieur est toujours assez échauffé pour opérer une combustion complète. L'air passe par les trous, arrive à

la partie inférieure du verre protecteur, dont il s'échappe après avoir servi à la combustion en gagnant la cheminée qui l'amène dans le compartiment supérieur,

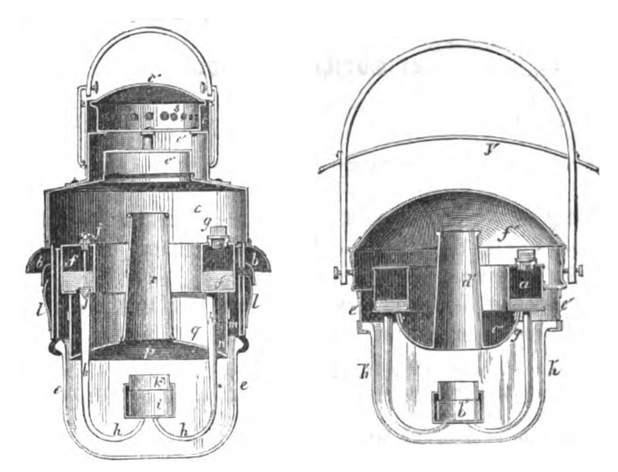


Fig. 85.

puis le conduit au dehors. La lumière de cette lampe, dont la flamme a 41 millim. de large, équivaut à 6 bougies; elle n'est pas affectée par la vitesse du train et même après 30 heures, la mèche n'est pas assez charbonnée pour altérer l'intensité de la flamme.

Les trois substances employées ou essayées jusqu'ici, sont : le gaz, l'huile et l'huile de pétrole. Si l'on prend pour base de comparaison un train de six voitures dans lesquelles il y a 27 becs brûlant sans interruption huit heures par jour, pendant un trajet de 380 kilomètres par jour, et cela six jours de suite, on trouve que le gaz brûlé s'élève à 110 mètres cubes valant 14 fr. 70. Dans les mêmes conditions, on aurait brûlé 25 litres d'huile coûtant 30 fr. 90, et avec la lampe à huile de pétrole de M. Hall, 23 lit. 8 valant 14 fr. 50.

Ces nombres montrent que le gaz est le meilleur marché : le prix qui a servi au calcul est de 3 f. 75 par 28,3 mètres cubes, c'est le prix de Liverpool. Il équivaut à 15 bougies lorsque le bec consomme 85 litres par heure. La comparaison établie plus haut ne tient pas compte, il est vrai, du pouvoir éclairant des combustibles.

Si l'on veut introduire cet élément dans le calcul, on admettra que la lampe à huile équivaut à 3,6 bougies, celle de pétrole de Hall à 6 bougies et celle du gaz à 15 bougies lorsqu'elle brûle 85 litres par heure ; alors les prix de revient des trois modes d'éclairage seront pour le cas considéré 30 fr. 90 pour l'huile, 8 fr. 00 pour le pétrole et 3 fr. 50 pour le gaz.

En admettant de plus qu'il y a en Angleterre 20,000 voitures sur les chemins de fer, éclairées toutes avec l'huile, au moyen de trois lampes brûlant quatre heures par jour toute l'année, la dépense annuelle sera de 2,091,150 fr.

Le même éclairage avec le gaz serait 235,900 fr., mais jusqu'ici on n'a pas trouvé un bon système qui puisse convenir aux longs voyages.

Le pétrole ou la paraffine, au contraire, peuvent être employés avec avantage, et dans les mêmes conditions coûteraient 598,475 fr.

Si l'on compare cette dépense avec celle qu'occasionne l'huile, on voit qu'il y aurait une économie de 1,492,675 fr., ou en nombres ronds un million et demi.

Ces résultats sont déduits de mesures photométriques faites avec soin.

(*The Engineer*).

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES
## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Eaux publiques de Paris.** — Un travail présenté par M. Grimaud de Caux et élaboré sur des notes de M. Belgrand, ingénieur chargé du service des eaux de Paris, nous fournit les renseignements suivants :

Les besoins actuels et futurs du service des eaux publiques de la capitale exigent un volume d'eau quotidien, savoir :

| | | |
|---|---|---|
| Pour les services publics, de.................... | 250.000$^{m3}$ | 420.000$^{m3}$ |
| Pour le service privé, de.................... | 170.000 | |

Il y est pourvu de la manière suivante, savoir :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Les eaux de la Dhuis et de la branche secondaire du Surmelin fourniront.................... | | 40.000$^{m3}$ |
| 2° Les eaux de la Vanne.................... | | 90.000 |
| 3° Le produit du canal de l'Ourcq doit être de..... | | 105.000 |
| 4° On prend à la Seine avec des machines à vapeur disposées, savoir : | | |
| Au Port-à-l'Anglais............. | 3.000$^{m3}$ | 44.000 |
| A Maisons-Alfort............... | 5.000 | |
| Au pont d'Austerlitz............ | 11.000 | |
| A Chaillot.................... | 19.000 | |
| A Neuilly..................... | 3.000 | |
| A Saint-Ouen.................. | 3.000 | |
| 5° Les puits artésiens fournissent, savoir : | | |
| Grenelle...................... | 600 | 8.600 |
| Passy......................... | 8 000 | |
| 6° On prendra à la Marne sur trois points différents offrant des chutes d'eau, à Saint-Maur, à Trilbardou à Isle-les-Meldeuses.................... | | 120.000 |
| 7° Enfin on attend des nouveaux puits artésiens dont on s'occupe, au moins.................... | | 12.400 |
| Total de toutes les provenances.......... | | 420.000$^{m3}$ |

Toutes ces eaux viennent se rendre dans des réservoirs généraux situés sur des points d'élection. Les réseaux de conduite qui partent de ces réservoirs ont aujourd'hui 1,035,878$^{m}$,98 de longueur ; il en faut encore 633,295 mètres. Il circulera ainsi, sous le pavé de Paris, plus de 1,600 kilomètres de tuyaux, non compris les réseaux particuliers des bois de Boulogne, de Vincennes, et sans doute aussi de Montsouris.

**Densités de l'acide azotique.** — M. J. Kolb fait remarquer que tous les traités de chimie reproduisent un tableau de densités de l'acide azotique déterminées par Thenard, mais les chiffres en sont fort clair-semés et l'aspect seul de la courbe qu'ils fournissent autorise à mettre en doute leur exactitude. M. Kolb adresse le même reproche à divers tableaux aréométriques dont se servent les industriels, et qui diffèrent, du reste, les uns des autres.

Pour mettre fin à l'incertitude que laissent les variations de ces divisions, le savant chimiste s'est livré à des expériences qu'il a entourées des plus minutieuses pré-

cautions, et qui lui ont permis de dresser un tableau très-complet des densités de l'acide azotique.

Nous empruntons quelques chiffres à ce tableau :

*Tableau des densités de l'acide azotique.*

| 100 PARTIES CONTIENNENT | | DENSITÉ | | Contraction à 0°. | 100 PARTIES CONTIENNENT | | DENSITÉ | | Contraction à 0°. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $AzO^5,HO$. | $Az,O^5$. | à 0°. | à 15°. | | $AzO^5,HO$. | $Az,O^5$. | à 0°. | à 15°. | |
| 100,00 | 85,71 | 1,559 | 1,530 | 0,0000 | 56,10 | 48,08 | 1,371 | 1,353 | 0,0870 |
| 99,84 | 85,57 | 1,559 | 1,530 | 0,0004 | 50,99 | 43,70 | 1,341 | 1,323 | 0,0872 |
| 97,89 | 83,60 | 1,551 | 1,523 | 0,0065 | 47,18 | 40,44 | 1,315 | 1,298 | 0,0850 |
| 93,01 | 79,72 | 1,533 | 1,506 | 0,0208 | 43,53 | 37,31 | 1,291 | 1,274 | 0,0820 |
| 89,56 | 76,77 | 1,521 | 1,494 | 0,0315 | 37,95 | 32,53 | 1,253 | 1,237 | 0,0762 |
| 86,17 | 73,86 | 1,507 | 1,482 | 0,0404 | 33,86 | 29,02 | 1,226 | 1,211 | 0,0718 |
| 80,96 | 69,39 | 1,488 | 1,463 | 0,0531 | 28,00 | 24,00 | 1,187 | 1,172 | 0,0635 |
| 74,01 | 63,44 | 1,462 | 1,438 | 0,0688 | 25,71 | 22,04 | 1,171 | 1,157 | 0,0593 |
| 69,20 | 59,31 | 1,441 | 1,419 | 0,0771 | 17,47 | 14,97 | 1,115 | 1,105 | 0,0422 |
| 65,07 | 55,77 | 1,420 | 1,400 | 0,0818 | 11,41 | 9,77 | 1,075 | 1,067 | 0,0296 |
| 61,21 | 52,46 | 1,400 | 1,381 | 0,0850 | 7,22 | 6,62 | 1,050 | 1,045 | 0,0206 |

**Teinture des soies en noir.** — Dans la teinture en noir, sur soie, on se sert depuis quelques années, à Lyon, Saint-Étienne, Saint-Chamond, etc., d'un produit que l'on désigne communément sous le nom de *rouille :* c'est un sel ferrique que l'on combine ensuite avec les acides gallique, tannique, etc. M. Mène ayant eu récemment à s'occuper de ces agents d'une manière toute spéciale, fait part à l'Académie du résultat de ses observations à ce sujet. L'article dont il s'agit est aujourd'hui fabriqué en grand par plusieurs industriels, sa consommation atteint le chiffre de 12,000 kilog. par jour, à Lyon seulement.

Le produit dont il s'agit est toujours à l'état liquide : il a une couleur rouge-marron foncé très-franche; il marque à l'aréomètre Baumé 40 ou 45 degrés, suivant le désir de l'acheteur, et son prix varie de 12 à 15 francs les 100 kilog., par quantités. Sa densité (méthode du flacon) est de 1,300 à 40 degrés et 1,350 à 45 degrés (Baumé). Ces chiffres sont la moyenne résultant de plus de soixante échantillons divers que M. Mène a eus à sa disposition. L'analyse de ce produit lui a donné (en moyenne) :

| | Pour le rouille à 40 degrés. | Pour le rouille à 45 degrés. |
|---|---|---|
| Protoxyde de fer | 0,015 | 0,015 |
| Peroxyde de fer | 0,165 | 0,200 |
| Acide sulfurique | 0,175 | 0,205 |
| Acide azotique | 0,005 | 0,005 |
| Acide chlorhydrique | 0,010 | 0,005 |
| Eau | 0,630 | 0,570 |
| | 1,000 | 1,000 |

Ce qui indiquerait, abstraction faite de l'eau et des acides azotique et chlorhydrique, qui ne sont qu'accidentels, une formule chimique nette de $Fe^2O^3,2SO^3$. Ce produit doit être le même que M. Stolba a décrit comme formé de :

| | | |
|---|---|---|
| Sulfate ferrique ($Fe^2O^3$, $3SO^3$) | 36,88 | 100,00 |
| Chlorure ferrique ($Fe^2Cl^3$) | 7,98 | |
| Azotate ferrique basique ($Fe^2O^3$, $AzO^5$) | 3,22 | |
| Eau | 51,92 | |

et que l'on emploie à Berlin dans la teinture. Et il est le même que celui qui a été

indiqué par M. Mans, en faisant dégénérer le sulfate $Fe^2O^3,3SO^3$ avec un excès d'hydrate de péroxyde de fer; seulement il est préparé différemment.

La préparation du rouille pour la teinture peut se faire de plusieurs manières; mais voici celle qui est suivie le plus habituellement en grand. Dans une grande marmite de fonte, on met, pour 100, 83 kilog. de couperose (sulfate de fer ordinaire), 13 kilog. d'acide azotique à 36 degrés et 5 kilog. d'acide sulfurique à 66 degrés; on chauffe doucement le tout, en recueillant les vapeurs nitreuses qui se dégagent. Le protoxyde de fer se peroxyde et se redissout dans la masse; on ajoute de l'eau pour reprendre le produit et l'amener au degré aréométrique voulu. Le résidu est traité par de l'acide chlorhydrique et forme un perchlorure de fer que l'on ajoute au rouille (par fraude); le liquide est ensuite mis à reposer avec de la limaille de fer pour saturer les acides en excès.

Voici, avec le rouille, comment les teinturiers de Lyon opèrent pour teindre la soie en noir : ils mouillent d'abord la soie à l'eau acidulée; puis ils font passer les matteaux pendant toute une nuit dans un bain de rouille à 40 degrés Baumé; ils lavent et trempent ensuite dans un bain de cyanoferrure de potassium (prussiate jaune), à 15 degrés aréométriques, acidulé à l'acide chlorhydrique, et lavent à grande eau. Quand on veut charger la soie, ce qui n'est malheureusement que très-fréquent, on répète plusieurs fois ces opérations.

La soie est alors teinte en bleu : c'est ce qu'on nomme le *bleutage;* on donne après cela un bain de bois d'Inde tiède, avec un peu de sel d'étain, et l'on passe au cachou bouillant, en faisant traîner toute la nuit. Le lendemain, suivant la teinte désirée, on donne un pied de bois d'Inde et de pyrolignite de fer; on lave, et finalement on fait l'avivage à l'acide citrique, puis on assouplit à l'huile saponifiée par la soude. La soie augmente de 25 à 60 p. 100 de poids par ce procédé qui, sauf quelques variantes, est généralement suivi dans tous les ateliers de Lyon et des environs. Pour ne pas sortir des bornes d'un Mémoire à l'Académie, M. Mène ne dira rien de la charge des soies, si ce n'est qu'ainsi teinte elle n'a aucune durée, et que c'est à cette fabrication que nous devons le peu de solidité de nos étoffes noires, quelles qu'elles soient.

En concentrant le rouille de manière à lui faire acquérir 50 degrés à l'aréomètre, on obtient un liquide rougeâtre-noir, qui a une densité de 1,400. Ce produit est curieux, en ce qu'il présente la particularité de changer, au bout de quelques jours, d'état moléculaire et de devenir jaune, sans rien perdre de ses principes.

Avec le rouille des teinturiers, M. Mène a obtenu, en acidifiant à l'acide sulfurique et en ajoutant du sulfate de potasse ou d'ammoniaque, des aluns de fer très-purs et très-bien cristallisés. A l'aide de ces sels, il a fait des essais de teintures noires ou bleues, qui lui ont parfaitement réussi, de l'aveu même des teinturiers, sauf la charge.

**Théorie de la turbine.** — M. de Pambour a présenté à l'Académie un travail fort remarquable sur la théorie de la turbine. Nous le reproduisons *in extenso*, page 616.

**Les résines.**— M. Pasteur a présenté au nom de M. H. Violette une note sur les résines. Nous la publierons dans notre prochaine livraison.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

---

### SÉANCES DES 20 JUILLET ET 3 AOUT 1866.

Dans notre précédent compte rendu nous avons fait connaître l'opinion de MM. Pouchet et Sayn sur les excavateurs mécaniques, il nous reste aujourd'hui à résumer les observations présentées par MM. Badois et Lencauchez sur ces mêmes appareils, puis la réponse de M. Mazilier aux objections qui lui ont été faites.

M. Badois pense que le choix judicieux des conditions d'emploi des excavateurs est le premier élément de succès et d'économie. D'après lui, l'excavateur de M. Couvreux a le grand avantage d'être à la fois une drague à sec et à eau, mais qui ne convient qu'aux terrains de peu de consistance à cause de la disposition de son élinde qui attaque le talus par côté.

L'appareil Frey et Sayn, au contraire, attaque le déblai en avançant sur lui, et par conséquent présente comme résistance tout son poids et toute son adhérence, ce qui lui donne le moyen de fonctionner avec succès dans les terrains durs.

M. Badois ne pense pas qu'on puisse construire un engin universel pouvant agir avec les mêmes avantages dans tous les terrains, quelle que soit leur nature. Mais il suffirait, selon lui, de deux ou trois types que l'on construirait spécialement pour attaquer soit les graviers et les sables, soit les terres marneuses et argileuses, soit les roches.

Chacun de ces types permettrait de faire varier, suivant la nature du terrain, la force et la vitesse de la machine, et par conséquent le nombre et la profondeur des passes.

M. Badois est d'avis aussi que des godets, disposés à peu près comme ceux des dragues ordinaires, suffisent pour produire la désagrégation de roches même très-dures, et il cite comme exemple le dragage fait par M. Castor dans le port de Boulogne, avec la drague *la Manche* qui a servi à enlever des bancs calcaires de $0^m,40$ à $0^m,80$ d'épaisseur, sur certains points desquels on avait du employer la poudre.

Le prix de revient du travail à l'excavateur dépend d'un grand nombre de conditions, dont la principale est la bonne organisation du chantier où l'appareil est employé.

M. Lencauchez reproche à l'excavateur de MM. Sayn et Couvreux de se prêter difficilement au chargement des wagons, qui doivent être manœuvrés à bras, et que, par suite, presque toujours il sera moins économique que le travail à bras.

Pourtant il reconnaît que le papillonnage, c'est-à-dire la rotation de l'élinde autour d'un axe vertical, serait susceptible de sérieuses applications, par exemple pour le creusement d'un canal de $2^m,50$ de tirant d'eau, qui pourrait ensuite être approfondi au moyen de dragues flottantes.

Enfin, M. Lencauchez fait ressortir *tous* les avantages de l'excavateur de M. Couvreux ; ces avantages sont rappelés dans le compte rendu officiel de la Société, nous y renvoyons nos lecteurs ; le seul, selon nous, qui soit bien établi, c'est la facilité de la manœuvre pour le chargement des déblais en wagons.

M. Lencauchez ajoute (et nous partageons son avis) que les reproches généraux adressés à l'emploi des dragues dans les terrassements, reposent sur ce fait particulier que beaucoup de dragues sont mal construites et généralement trop faibles, soit dans leur ensemble, soit dans quelques-unes de leurs parties, ce qui cause

des arrêts pour les réparations et diminue considérablement le rendement maximum pour lequel elles avaient été faites, et même le rendement moyen de la journée de travail.

M. Lencauchez croit qu'il serait chimérique de vouloir traiter toutes les natures de terrains avec le même outil ; mais, en thèse générale, on peut dire que la drague répond à tous les besoins des travaux de terrassement, d'autant plus que, comme on l'a fait observer, elle est capable de vaincre les résistances exceptionnelles que l'on est susceptible de rencontrer dans le cours du travail.

C'est par lettre que M. Mazilier répond aux objections qui lui ont été faites : au point de vue philosophique, il a peut-être raison en demandant un organe spécial pour la désagrégation, l'enlèvement et le chargement ; mais au point de vue pratique, nous lui demandons un peu plus de simplicité pour des appareils de terrassement, et puis, avouons-le franchement, nous préférons la pratique de MM. Pouchet et Badois à des raisonnements.

M. Evrard, dans une lettre adressée au Président, indique un mode de cuvelage des puits de mine qui, s'il avait été employé, aurait probablement permis la conservation du puits de Marles qui a été détruit, il y a quelques mois, par suite de fléchissement du cuvelage par la pression de l'eau. Nous avons fait connaître à nos lecteurs la communication qui a été faite de l'accident par M. Brüll (Voir notre numéro de juin 1866). Mais laissons la parole à M. Evrard qui, mieux que nous ne pourrions le faire, expose le système en question.

« En 1819 j'ai fait cuveler deux puits à Vicoigne, près de Valenciennes. L'un d'eux avait fourni à l'épuisement 40 hectolitres à la minute ; c'était beaucoup moins qu'à Marles, où l'on a eu, à l'époque de la plus grande abondance d'eau, 10 à 12 mètres cubes à la minute.

« Quelques mois après la pose du cuvelage, plusieurs pièces de bois ont fléchi par la pression de l'eau. Immédiatement j'ai voulu pourvoir au salut du puits, et j'ai fait placer en travers, suivant le diamètre, des sommiers en bois qui s'appuyaient sur le centre des pièces qui fléchissaient. Puis j'ai fait établir des cercles de fonte, formant voûte circulaire, composée d'un nombre de voussoirs double du nombre de faces du cuvelage. Celui-ci est devenu tellement raide qu'il n'a plus fait aucun mouvement.

« Ce système de cuvelage bois et fonte a reçu depuis la sanction de la pratique. M. Combes en a fait insérer la description dans les *Annales des mines*, tom. II, p. 701, et en a publié lui-même un résumé dans son *Traité d'exploitation*, tom. II, p. 45. Vous trouverez cette même indication dans Ponson, *Exploitation des mines*, tom. I, p. 404, et dans Burat, *Géologie appliquée* p. 338.

« Mon cuvelage a été exécuté plusieurs fois dans le Pas-de-Calais et dans la Moselle, où il a sauvé des puits dont la ruine était imminente. Comme mesure de précaution, il a été appliqué il y a sept à huit ans au puits de Bruay, situé à quelques kilomètres de la fosse de Marles qui vient de s'écrouler.

« Il est assez généralement admis aujourd'hui que le bon chêne employé comme cuvelage par pièces de 70 à 80 centimètres de longueur et de 20 à 24 centimètres d'épaisseur, résistant à une pression de 4 à 5 atmosphères, perd peu à peu sa rigidité par suite de la désagrégation de la fibre ligneuse, et la pièce se plie en arc tournant sa concavité vers l'intérieur du puits.

« Il est rare que cette déformation de la pièce n'avertisse pas longtemps à l'avance (plusieurs heures et souvent plusieurs jours) de l'ouverture qui va s'opérer par la flexion plus grande, et plus souvent par la rupture de la pièce.



« Je suis convaincu que la fosse de Marles pouvait être préservée de la ruine par une série d'armatures circulaires en fonte équidistantes de 35 à 40 centimètres. »

M. Tronquoy fait connaître une modification du commutateur et de l'indicateur de l'appareil Prud'homme[1] qui, sur les chemins de fer, sert à mettre les voyageurs en communication avec les agents des trains.

Cette disposition a été proposée par M. Lefeuve, chef du service télégraphique de la Compagnie du chemin de fer du Midi, qui a voulu, par la publication faite à la Société, mettre dans le domaine public l'ensemble et le détail de l'invention nouvelle.

Voici en quoi elle consiste :

Sur un plateau en bois, qui est placé sur le battant de pavillon du wagon, est fixée une plaque métallique indicative, qui, par un ressort à boudin formant charnière, tend à être ramenée constamment dans un plan vertical perpendiculaire à la face latérale du wagon. Un verrou à ressort et à bascule maintient cette plaque métallique appliquée contre le plateau en bois, de sorte que dans l'état ordinaire (lorsqu'il n'y a pas de signal), la plaque métallique est complétement effacée; quand un voyageur, par l'intermédiaire d'un cordon de tirage qui arrive dans le compartiment, ouvre le verrou, le ressort qui commande la plaque métallique agit, et celle-ci devient visible d'un bout du train à l'autre.

C'est le verrou lui-même qui forme commutateur; l'un des pôles de la pile est en communication avec le ressort du verrou, tandis que l'autre pôle est en communication avec un arrêt en cuivre sur lequel vient butter le verrou lorsqu'on l'ouvre.

Ainsi, au moment même où l'indication devient visible, le courant électrique s'établit et la sonnerie se fait entendre jusqu'au moment où un agent du train, avec une clef spéciale, vient fermer le verrou et effacer l'indicateur. On comprend que, par ce système, une personne étrangère à la Compagnie ne puisse effacer un signal, ce qui peut arriver avec le système Prud'homme.

M. Lartigue préfère le système Prud'homme, parce que s'il n'y a d'indicateur du système proposé par M. Lefeuve que sur l'un des côtés des véhicules, les agents seront souvent obligés de regarder des deux côtés du train pour voir d'où est parti un signal; ou bien, s'il y a des appareils des deux côtés, il faudra effacer successivement ces deux indicateurs en passant d'un côté du train à l'autre, ce qui présenterait des inconvénients.

M. Lartigue fait aussi observer qu'il est très-difficile d'atteindre de l'intérieur des compartiments les palettes de l'appareil Prud'homme.

Enfin, M. Maldant, à la fin de la séance du 3 août, lit une note sur l'utilisation de la pression des conduites d'eau des villes. Nous extrayons les passages suivants du compte rendu :

La majeure partie du sol de Paris n'est qu'à une hauteur de 5 à 10 mètres au-dessus du niveau moyen de la Seine.

La force motrice résidant dans la canalisation des eaux de Paris est facile à calculer, d'après la dépense journalière et la pression qui s'exerce dans les canaux depuis les niveaux supérieurs.

Dans un très-prochain avenir, l'abondance des eaux dans Paris va s'accroître très-

1. Voir la note très-intéressante qui a été publiée, dans les *Annales du Génie civil*, par M. Tronquoy, sur les appareils employés pour mettre les voyageurs en communication avec les agents des trains. (5e année, page 328, 1866.)

sensiblement par l'arrivée des eaux de la *Vanne* du côté de la rive gauche, et par l'augmentation de celles de la *Dhuys*, de l'*Ourcq* et de la Seine.

Les eaux de la Vanne, qui doivent fournir environ 100,000 mètres cubes par jour, sont à une hauteur d'environ 55 mètres au-dessus du niveau de la Seine.

Ces hauteurs considérables correspondent à des pressions de plus de 5 à 8 atmosphères.

Les eaux de la Seine fournissent de 100 à 200 milles mètres cubes par jour, élevées par des machines à une hauteur d'environ 40 mètres.

Les eaux du canal de l'Ourcq fournissent environ 100,000 mètres cubes par jour à une hauteur de 27 mètres au-dessus du niveau de la Seine ; enfin, citons seulement pour mémoire les deux puits artésiens de Passy et de Grenelle, dont le débit journalier est d'environ 9,000 mètres cubes.

Si on multiplie ces divers débits par les hauteurs qui leur correspondent, on arrive à une force totale de 17,660,000,000 de kilogrammètres, ou à une force continue et non interrompue pendant 24 heures, de 2,725 chevaux-vapeurs. Mais comme cette dépense d'eau a lieu en presque totalité pendant *le jour*, la force disponible pendant 12 heures devient 5,450 chevaux.

M. Maldant admet volontiers qu'on ne puisse sérieusement songer à utiliser plus d'un *tiers* ou de la *moitié* de la force totale indiquée précédemment.

Dans ces conditions réduites, il reste encore disponible, à Paris, une force de 2,000 à 2,800 chevaux environ, pouvant alimenter des centaines de petites industries en chambre, où la force motrice est nécessaire.

Cette force peut encore s'employer avantageusement pour des industries exigeant une puissance *intermittente* assez considérable : telles que l'élévation des matériaux pour les constructions d'édifices, les monte-charges des hôtels, de gares, etc.

Il ne faudrait cependant pas songer, à Paris, à l'employer à des travaux exigeant une grande force *continue*, à cause des nécessités de division du service des eaux et diverses autres raisons.

Comme prix de revient du travail ainsi obtenu, M. Maldant fait le calcul suivant : l'eau à Paris, par abonnement, revient à 15 centimes le mètre cube environ : si on suppose cette eau soumise à une pression moyenne de 40 mètres, et agissant sur un moteur qui utilise environ 75 p. 100 de sa puissance totale, on voit que, pour 15 centimes d'eau dépensée, on peut élever 1,000 kilogrammes de matériaux à 30 mètres, ou 2,000 kilogrammes à 15 mètres. Les frais d'entretien et de conduite du moteur sont presque nuls et seraient largement comptés en ajoutant un quart environ au prix d'achat de l'eau.

Or, dans ces conditions particulières d'un travail *intermittent* à produire, les frais d'un moteur à vapeur ou à gaz ne permettent pas d'obtenir à meilleur marché l'ascension des matériaux, et ils présentent de nombreux inconvénients qui doivent leur faire préferer des moteurs mis en mouvement par la pression des conduites d'eau. M. Maldant cite par exemple les constructions des nouveaux édifices parisiens, où l'on emploie à l'élévation des matériaux divers moteurs et notamment des locomobiles à vapeur, des moteurs à gaz Lenoir et des appareils hydrauliques du système Édoux.

Ces trois systèmes vivent concurremment les uns auprès des autres, et produisent des résultats économiques qui sont sensiblement les mêmes ; il est donc permis d'en tirer dès à présent cette conséquence, que le système hydraulique Édoux est *pratiquement* aussi avantageux que les deux autres. (Voir, dans le n° de décembre 1865 des *Annales du Génie civil*, l'étude remarquable de M. Rueff sur les moteurs à gaz.)

Or, partant de là, il suffira de démontrer la supériorité du système *utilisant la pression de la canalisation* sur le système Édoux, pour démontrer en même temps

que ce premier système présente des avantages marqués sur tous les autres dans les cas particuliers.

Dans le système Édoux[1] plusieurs graves inconvénients apparaissent immédiatement : la *même quantité d'eau* est dépensée pour une charge déterminée, *quelle que soit la hauteur* à laquelle cette charge doit être élevée. D'un autre côté, lorsque la pression de la canalisation permettrait, par exemple, d'élever des matériaux par ce système à 40 mètres, la hauteur totale des édifices n'étant guère que 15 mètres, *plus de la moitié* de la force utilisable est perdue.

M. Maldant fait voir qu'un moteur à pression d'eau rendant 75 p. 100 d'effet utile consommerait trois fois moins d'eau que la balance employée par M. Édoux pour produire le même travail; ce simple aperçu semble démontrer que la pression des conduites d'eau de la ville de Paris peut être utilisée d'une manière très-profitable, *même pour produire des travaux exigeant un assez grand développement de force motrice*; travaux dans lesquels l'emploi des machines à vapeur et à gaz, quoique possible, est beaucoup moins avantageux.

Cependant un des points les plus intéressants de l'utilisation de la pression de l'eau serait la diffusion de petites machines motrices à domicile.

M. Tronquoy fait observer que l'application de la pression de l'eau à la mise en mouvement de machines motrices de la force de 2 à 3 chevaux utilisant une pression d'eau n'est pas nouvelle; il indique qu'une machine inventée par M. Perret, membre de la Société, et exposée l'année dernière à l'Exposition de Bordeaux où elle a reçu une des plus hautes récompenses, a été essayée au souterrain Saint-Elme, sur la ligne de Perpignan à Port-Vendres.

Cette machine, qui fonctionnait sous une charge d'eau de 80 mètres environ, servait à mettre en mouvement un perforateur à diamant, système Leschot : elle a donné des résultats très-satisfaisants. Ses dispositions sont simples, elle est légère et non embarrassante; elle semble donc, lorsqu'elle sera plus connue, devoir être employée partout où il sera possible de se procurer à bon compte de l'eau sous pression.

Depuis longtemps nous connaissions la machine de M. Perret, et nous voulions en entretenir nos lecteurs : nous attendions pour cela les résultats des expériences faites par la Compagnie du Midi.

Mais en attendant que l'un de nos collaborateurs veuille bien se charger de la rédaction de la note que nous ferons paraître prochainement sur ce sujet, nous pouvons confirmer les assertions faites à la Société des ingénieurs civils. La machine Perret nous semble destinée à remplacer les machines Lenoir et le système appliqué par M. Édoux, parce qu'elle est peu encombrante et qu'elle fonctionne dans des conditions de vitesse convenables compatible avec le travail régulier qu'on demande dans les petits ateliers, ce que l'on ne pourrait obtenir pour des machines de peu de force avec des turbines qui, en général, ont une vitesse trop grande. ou avec les machines à colonne d'eau qui ont une vitesse trop faible.

---

M. Blavier vient de terminer son *Cours théorique et pratiqne de télégraphie électrique*, par la publication du deuxième fascicule (Librairie des Ingénieurs civils).— Nous reviendrons dans la prochaine livraison sur cet ouvrage important.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

1. Le système Édoux n'est en réalité que le monte-charge hydraulique et la balance d'eau employés depuis longtemps.

---



# CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

## EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Situation des travaux.** — Les intempéries et les variations d'un été relativement défavorable, ne paraissent avoir ralenti en rien l'ardeur des ateliers du Champ de Mars, ni la rapidité d'exécution des multiples travaux des abords du Palais.

On peut déjà considérer comme terminée l'installation des ouvrages principaux de la nef des machines, dont tous les piliers, grands arcs, pannes-faîtières, chéneaux et pièces de balcon, etc., sont en place, et dont le comble général est posé sur une bonne partie du périmètre total de l'édifice. La forme du bâtiment affectant en plan celle d'un rectangle central accolé à ses extrémités à deux segments de cercle, le recouvrement des galeries produit une perpective un peu forcée dans les parties où l'intrados droit du cintre métallique se contourne en surface gauche pour se raccorder avec les parties courbes; mais cette disposition qui n'offre d'ailleurs aucun inconvénient et qu'il aurait été difficile d'éviter complétement, même avec un système de construction parfaitement elliptique, témoigne au moins des difficultés qu'a dû présenter la préparation dans les usines, l'assemblage et la juxtaposition exacte des diverses armatures employées dans ces gigantesques appareils.

Sur plusieurs points, on s'occupe activement du travail important de remplissage des intervalles ou espaces laissés libres dans les parements longitudinaux des galeries, entre les colonnes ou piliers. On garnit à cet effet en maçonnerie de $0^{m},40$ d'épaisseur, jusqu'au-dessous des pièces de balcon, et en panneaux de tôle, dans la partie supérieure jusqu'à la ligne des chaîneaux, les parois ou cloisons de la nef des machines. Chacun des vides à combler de cette double façon entre deux piliers consécutifs, présente une longueur de 15 à 16 mètres (espacement des grandes colonnes) et une hauteur d'au moins 20 mètres (jusqu'à la ligne de naissance des cintres des grands arcs).

Dans le soubassement attenant à la galerie de pourtour des aliments, la maçonnerie de ces parties correspondant à chaque travée se fait à plein pour un cours de trois fermes. Le corps du mur de la quatrième partie est percé d'une porte de 5 mètres de largeur et de 6 à 7 mètres de hauteur y compris la flèche de la partie cintrée qui surmonte cette ouverture. Il y aura donc alternativement dans ce soubassement, sauf les exceptions que l'état actuel des travaux ne permet pas encore d'apercevoir, autant de parties pleines et de portes d'entrée, accédant à la nef des machines, qu'il y a de fois 60 ou 65 mètres dans la ligne de contour de la galerie, sans compter bien entendu les portiques principaux correspondant aux entrées monumentales du Palais.

La deuxième cloison de la même galerie, c'est-à-dire celle attenante au bas côté réservé à l'exposition des *Produits bruts* est ou sera également munie d'un soubassement en maçonnerie établi dans des conditions analogues à celles du parement opposé, avec cette différence toutefois qu'une partie des façades ou parements en murs pleins ou percés d'une ouverture unique, est remplacée par une espèce de colonnade disposée de façon à interposer, entre deux des piliers métalliques des grandes fermes, 4 piles quadrangulaires laissant trois ouvertures dans chaque travée. Ces piliers rapidement improvisés en bâtis de charpente, sont hourdés de mortier à l'intérieur et revêtus en béton sur les quatre faces jusqu'à la frise ou couronnement, également en charpente et béton, installé immédiatement au-

dessous des pièces de balcon. Deux de ces colonnes intermédiaires, celles placées aux extrémités, ne sont à vrai dire que des pilastres, d'épaisseur très-réduite, adossés aux grandes colonnes métalliques, mais le tout ne manque pas de produire un bon effet.

Dans la partie de la grande nef s'élevant au-dessus des pièces de balcon et des autres galeries, et formant la partie la plus saillante et la plus remarquable de l'édifice, les parements ne sont, comme nous l'avons dit précédemment, que de larges panneaux en tôle, offrant entre deux grands piliers successifs, trois ouvertures ou fenêtres cintrées qui permettent d'assurer très-convenablement la distribution du jour et au besoin de l'air dans l'intérieur du Palais. Au moment de notre visite on garnissait de leurs vitrages une partie des châssis en fer recouvrant les panneaux et il était déjà facile de se rendre compte de l'intensité de cette projection latérale de lumière, dont l'ample surface a dispensé à ce qu'il paraît de réserver aucune ouverture dans le comble lui-même formé de feuilles pleines de tôle ondulée, se raccordant entre elles sans vides ni solution de continuité.

Le haut de la galerie reçoit néanmoins en ce moment une espèce d'éclairage sur toute la ligne de la panne-faîtière uniquement composée de deux tôles latérales de $0^{m},80$ de hauteur, laissant entre elles une largeur ou vide de $0^{m},70$ rempli par des cadres ou croisillons placés à 1 mètre de distance l'un de l'autre; mais il est probable que cette ligne de lumière, interrompue d'ailleurs par les points de tangence ou de rencontre des grands arcs, n'est que provisoire et qu'elle sera masquée par des feuilles de zinc. Il y aura lieu tout au moins de la garnir de vitrages, car la disposition actuelle offrirait un trop libre passage aux eaux de pluie.

Les autres galeries, à peu près terminées, sont éclairées par la toiture, au moyen de vitrages qui alternent avec des parties de couvertures en zinc, dans des conditions qui paraissent s'appliquer à tous les combles secondaires, depuis les bas côtés, non encore couverts, de la nef des machines, jusqu'à la triple ceinture de murs en maçonnerie voisine du centre du Palais. Dans toute cette partie la coupe faite sur une ligne de rayon rencontre d'abord à partir des deux galeries basses de 10 et 15 mètres de largeur qui font suite à la nef principale : 1° un couloir de service, de 6 mètres de largeur, au-dessous duquel sont disposés souterrainement les culs de sacs d'aérage prenant jour au niveau du sol. Le recouvrement concave de ce couloir est vitré; 2° l'une des grandes galeries légères de 25 mètres de largeur, dont le comble, surmonté d'une lanterne faîtière recouverte en zinc, forme deux plans inclinés munis de vitrages à partir des rabattements latéraux de la lanterne, et de feuilles de zinc à la partie inférieure limitée par la ligne de naissance des arbalétriers; 3° un deuxième couloir d'aérage et de service recouvert en vitrage; 4° la deuxième grande galerie légère de 25 mètres de largeur, semblable à la précédente et recouverte également en parties de vitrages et de zinc; 5° un troisième couloir de 6 mètres, disposé et recouvert comme les deux premiers; 6° un quatrième couloir de 6 mètres attenant au mur de clôture de la galerie des beaux-arts et dont la différence de hauteur avec le sommet plus élevé de ce mur est rachetée par une charpente en fer, formant un seul plan incliné recouvert également de zinc et de vitrages; 7° les galeries des Beaux-arts et du musée archéologique. limitées par des murs en maçonnerie et surmontées de combles analogues à ceux des autres galeries intermédiaires; 8° enfin le square ou jardin intérieur, non couvert, mais circonscrit par un trottoir ou promenoir intérieur, surmonté d'une marquise métallique placée sans doute à la même hauteur que la marquise du dehors.

Pour déboucher de la galerie archéologique dans le jardin central, il n'y aura pas moins de 20 ouvertures principales de 5 mètres de largeur, outre les accès de service et non compris le portique établi dans le sens de la grande entrée du Palais de l'exposition faisant face au Trocadéro. Le jardin intérieur lui-même ne manquera

pas d'ornements somptueux, si l'on en juge du moins par le soin apporté à l'exécution de divers détails, tels que les socles ou piédestaux des colonnettes en métal supportant la marquise du trottoir circulaire, ou plutôt elliptique, bordant le jardin. Nous ne connaissons pas la matière (calcaire ou siliceuse), avec laquelle ont été composés ces blocs élégants, mais en les examinant autant que le permettent les revêtements de paille dont ils sont actuellement recouverts, ils paraissent avoir l'aspect et la consistance du marbre rose le plus estimé.

Nous avons hésité plusieurs fois à reproduire, à cause de leur incessante variabilité, les chiffres généraux de la dépense afférente aux diverses parties du Palais de l'exposition, mais pour donner une simple idée de l'importance de ces chiffres, nous croyons pouvoir faire connaître, avec la conviction de ne pas beaucoup nous écarter de la vérité, que la dépense des terrassements s'élevait récemment à 600,000 fr. environ, et celle de la maçonnerie à près d'un million. La dépense de la charpente en fer et des installations qui s'y rattachent est moins facile à évaluer, même approximativement; on peut présumer toutefois qu'elle ne s'éloignait guère, il y a peu de temps, de cinq millions, non compris un million pour la vitrerie et la couverture en zinc et trois ou quatre cent mille francs pour travaux divers, ce qui donne le chiffre imposant de près de 8 millions pour le montant général des dépenses déjà réglées.

**Ouvrages accessoires.** — Le bâtiment construit un peu au-dessus de la porte de Labourdonnaye, pour le service administratif de l'Exposition, est terminé et a reçu sa couverture qui nous a paru être en ardoises. On s'occupe maintenant d'y faire les aménagements intérieurs.

Du côté de la Seine, un peu en deçà de l'angle nord-ouest touchant l'avenue de Suffren, les fondations de l'hôtel du Cercle international sont faites et les soubassements font déjà saillie au-dessus du niveau du sol. Les pans de bois de cette construction commencent même à s'élever sur les diverses façades qui ne tarderont pas à être dressées sur toute leur élévation.

Les maçonneries de l'église ogivale construite aussi dans la région voisine de la Seine, et qui doit être affectée surtout à une exposition d'objets du culte, touchent à leur achèvement.

A une distance peu éloignée, toujours du côté de la Seine, on s'occupe activement des terrassements préparatoires et des fondations du théâtre dit International, qui offrira, à ce qu'il paraît, un échantillon des genres scéniques et du langage de chaque pays; une Compagnie spéciale serait chargée de l'exploitation de cet établissement.

Dans la partie sud-est du Champ de Mars, vers l'Ecole militaire, on remarque une forte charpente circulaire disposée en rotonde avec échafaudage octogonal au centre; la solidité de cette rotonde construite sur un emplacement annexe mis à la disposition de la Belgique, paraîtrait exagérée si l'on ne savait que cette construction, d'aspect assez bizarre dans l'état actuel, doit servir de hangar pour les locomotives belges dont l'exposition intéressante motive naturellement une installation convenablement appropriée.

Non loin de là, on a également construit, pour le compte de la Belgique, un bâtiment assez vaste formé de trois murs pleins sans aucune espèce d'ouverture. Ces trois murs sont complétés par une quatrième façade, qui paraît devoir être occupée presqu'en entier par un élégant portique en rapport avec la destination de l'édifice qui n'est autre chose que l'annexe des beaux-arts de l'exposition belge.

Nous avons précédemment parlé des travaux déjà commencés dans la grande nef pour la pose des plates-formes auxquelles seront fixées les machines mues par la vapeur. L'installation même de la force motrice doit avoir lieu comme on sait en

dehors du périmètre du Palais, au moyen de chaudières à vapeur destinées à former elles-mêmes d'importants spécimens du concours industriel. Deux de ces machines, comportant chacune une cheminée et un hangar de chaudière, et construites en briques réfractaires, sont en rapide voie d'exécution, l'une vers l'École militaire (maison *De Coster*, à Paris, et *Boyer*, de Lille) et la seconde du côté de la Seine (maison *Thomas* et *Pauwels*, ingénieurs-mécaniciens à Rouen). Douze installations de ce genre, qui sont commencées sur leurs emplacements respectifs, formeront ceinture autour du Palais et constitueront, comme nous venons de le dire, les douze créations de force motrice nécessaire pour faire mouvoir les machines envoyées à l'Exposition.

Les terrassements des parcs et jardins sont près d'avoir reçu leur forme définitive au moins, du côté de la Seine où l'on a déjà trouvé le moyen de transplanter, dans les allées et massifs, de nombreux et beaux arbres qui ne paraissent pas s'être trop mal trouvés de leur déplacement. Sur l'un des petits monticules réservés dans cette région, on vient d'achever en pièces de bois la charpente préparatoire d'un élégant pavillon dont la partie centrale, de forme carrée, se termine de chaque côté par un petit avant-corps demi-circulaire, le tout surmonté d'une marquise établie dans un style correspondant. Il s'agit ici de la tente qui servira de pied-à-terre à Sa Majesté l'Empereur lorsqu'il viendra visiter l'Exposition.

**Chemin de fer du Champ de Mars.** — Outre l'embranchement de chemin de fer que l'on construit pour le service de l'Exposition à partir d'Auteuil, on a parlé d'une ligne de petite ceinture qui relierait tout Paris au Champ de Mars. Ce chemin qui ne pourrait être installé rapidement que sur l'un des boulevards intérieurs de la capitale, ne serait, sans doute, qu'une ligne américaine avec rails posés sur la chaussée. Ce projet, au sujet duquel nous ne connaissons rien d'officiel, nous paraîtrait présenter de sérieuses difficultés d'exécution. Il n'est pas probable, d'ailleurs, qu'on puisse songer à faire circuler sur les voies principales de Paris des véhicules remorqués par des machines à vapeur se dirigeant sans rails sur la chaussée même. L'importance de la circulation ordinaire des piétons et des voitures, et l'affluence considérable que ne manquera pas de produire l'Exposition, ne permettent guère de s'arrêter à cette idée. Ce qu'il y a de plus sérieux et de plus palpable, au moins en ce moment, ce sont les immenses travaux déjà exécutés pour l'exécution du chemin d'embranchement de l'Exposition se détachant du véritable chemin de ceinture à Auteuil et aboutissant sur l'avenue Suffren près de l'angle nord-ouest du Champ de Mars.

Nous avons déjà donné quelques détails sur cette ligne dans le numéro des *Annales* d'avril dernier. Nous ajouterons que le chemin de fer spécial de l'Exposition est prêt à recevoir la voie; il ne reste plus à notre connaissance que des terrassements insignifiants ou plutôt des règlements à faire. Enfin, la gare de l'avenue de Suffren se dresse déjà sur toute son élévation, et la charpente en bois de cette gare est à peu près complétement terminée. Quant au chemin de fer de ceinture lui-même, dans la partie non encore exploitée, les gares sont en construction et la voie est posée partout, sauf toutefois dans la plaine de Grenelle (entre Javel et Vaugirard), mais cette partie sera également terminée sous peu de temps.

Il serait inutile d'insister sur l'étendue et l'importance des bienfaits que retirera l'Exposition universelle au point de vue du transport des colis et des personnes, de l'organisation et de l'ouverture du service des lignes de chemins de fer dont nous venons de résumer en quelques mots le favorable état d'avancement.

G. PALAA.

---



# VARIÉTÉS.

## Nouveaux réservoirs pour l'emmagasinage des huiles de pétrole et autres matières inflammables plus légères que l'eau.

L'emploi des huiles minérales pour l'éclairage a pris depuis quelques années un développement considérable.

Toutes les classes de la société font actuellement usage des huiles de goudron, de schiste et de pétrole.

Ces dernières surtout, qui sont exploitées dans les pays étrangers, sont très-recherchées et tous les grands centres de population en font des approvisionnements énormes.

Malheureusement leur inflammabilité crée, pour les magasins qui les renferment, un danger permanent, et c'est avec stupeur que chaque jour nous lisons dans les journaux le compte rendu de sinistres qui anéantissent des entrepôts créés à grands frais; heureux lorsque les désastres n'atteignent pas des quartiers entiers.

M. Ckiaudi, ancien élève de l'École centrale, et MM. Bizard et Labarre, de Marseille, ont fait breveter un système d'emmagasinage des matières liquides inflammables qui nous paraît remplir le but que ces messieurs se sont proposé, c'est-à-dire garantir le détenteur d'huile de pétrole contre toutes les chances d'*incendie*, d'*explosion* et de *coulage*.

Le réservoir d'huile consiste en une sorte de cloche de gazomètre d'usine à gaz; seulement, au lieu d'être mobile comme la cloche d'un gazomètre, il est maintenu solidement dans une position fixe au fond d'un bassin étanche et dont le bord dépasse le sommet de la cloche.

A la partie supérieure, le réservoir a la forme d'une calotte sphérique, et au sommet est un trou d'homme en fonte armé de deux tubulures avec robinets servant, l'une au chargement du réservoir, l'autre à sa vidange.

La partie inférieure de la cloche n'a pas de fond. Un robinet sert à remplir le bassin d'eau, et un tube de décharge empêche que l'eau dépasse le niveau supérieur du corps cylindrique de la cloche.

Pour remplir le réservoir d'huile, on commence par remplir le bassin et le réservoir avec de l'eau, en ayant soin de donner issue à l'air contenu dans la cloche.

Cela fait, par la tubulure qui sert au chargement, on verse l'huile dans le réservoir; celle-ci, qui est plus légère que l'eau, reste à la partie supérieure chassant l'eau qui s'écoule par un tube de décharge. On est averti que le réservoir est plein quand l'huile monte dans un tube disposé à cet effet et qui descend de la calotte sphérique jusqu'au niveau inférieur de la cloche.

Un autre tube qui contient un flotteur plus léger que l'eau et plus lourd que l'huile permet de vérifier le niveau de l'eau dans la cloche.

Pour retirer l'huile du réservoir, on ferme la tubulure de chargement, on ouvre le robinet de la tubulure pour la prise de l'huile, et en versant de l'eau dans le bassin, la pression hydraulique fait écouler l'huile.

Dans l'état ordinaire, toutes les tubulures sont fermées, et le bassin est rempli d'eau à un niveau supérieur à celui du trou d'homme.

Il n'y a ainsi aucun danger d'incendie si on a eu soin de vérifier que la cloche était parfaitement étanche au moment de l'emplissage, ce qui est facile, puisqu'on

commence par chasser l'air de l'intérieur, et que toute fissure se décèlerait par un bouillonnement produit par l'air qu'elle laisserait échapper.

Enfin, les impuretés contenues dans l'huile se précipitent au fond du bassin et se réunissent dans un petit réservoir ménagé *ad hoc*.

D'après l'auteur de la brochure d'où nous extrayons ce qui précède, le magasinage coûterait par fût :

| | | |
|---|---|---|
| Dans les réservoirs du système Ckiandi | 0 fr. | 73 |
| Dans des cuves en fer | 1 | 11 |
| Dans les fûts arrivés dans les entrepôts | 4 | 80 |

Ainsi, à la sécurité s'ajoute l'économie, et nous croyons devoir recommander le nouveau système.

CAMILLE TRONQUOY.

---

### Le zopissa, un nouveau ciment. — Applications nombreuses.

On se plaint beaucoup en Angleterre de la prompte détérioration des édifices : ainsi, malgré différents procédés employés pour la préservation du nouveau palais du Parlement, une partie des murs se détacha si promptement qu'il y eut à effectuer des réparations avant que l'édifice ne fût à moitié terminé.

Les savants ne sont pas d'accord sur les causes qui amènent cette prompte détérioration ; les uns prétendent qu'il faut l'attribuer à l'action de l'atmosphère, d'autres pensent au contraire qu'il faut en rechercher l'origine dans la matière même des matériaux généralement employés.

Quoi qu'il en soit, après de nombreuses expériences, on vient d'appliquer au palais du Parlement le procédé d'induration du colonel Szerelmey. Pour démontrer l'efficacité de ce procédé, le colonel a convié dernièrement un grand nombre d'architectes, de propriétaires et de journalistes à venir constater les résultats qu'il a obtenus avec son ciment auquel il a donné le nom de *zopissa*, — mot étrange, dit un journal de Londres, mot dans l'étymologie duquel nous ne voulons pas même nous hasarder à pénétrer.

Le zopissa, ciment à base de fer, réunit d'une manière inséparable la brique à la brique, la brique à la pierre, la pierre à la pierre, la pierre au verre ; en un mot, le zopissa peut unir, d'une manière indissoluble, deux substances quelconques solides.

« Parmi les autres exemples de la puissance de ce ciment, nous avons vu et essayé, dit l'*Engineer*, des plaques de verre jointes ensemble par leur bord, et des plaques de verre unies à des plaques de fer ; des bouteilles ordinaires attachées à un mur et qui emportaient une partie de la brique à laquelle elles étaient adhérentes, ou qui se cassaient près du goulot lorsqu'on essayait de les détacher ; des bouteilles de champagne cimentées l'une contre l'autre par les fonds, qui ainsi portaient un poids de 125 kilog., et qui, à une pression plus forte, se brisaient non du côté des fonds, mais bien du goulot.

« Nous avons lancé en l'air de toutes nos forces des briques qui avaient été réunies par le ciment en notre présence ; lorsque ces briques sont retombées sur le pavé, elles se sont brisées en plusieurs morceaux, mais le joint était intact. Nous avons pris aussi deux briques ainsi réunies, et, après avoir placé l'une dans un étau, l'autre a porté des poids successivement jusqu'à 167 kilog. ; alors la brique s'est brisée, mais non pas le ciment zopissa. »

Le procédé du colonel Szerelmey reçoit encore un grand nombre d'autres applications ; par exemple avec des briques et son ciment, il fait des tuyaux d'un diamètre quelconque imperméables à l'air et à l'eau. En appliquant le zopissa au papier, il fait des



tubes, des cartouches, des panneaux émaillés pour les wagons et les autres voitures; il a même construit en papier des maisons qui peuvent être transportées d'une localité dans une autre dans une charrette à un cheval. Et, dit l'*Engineer*, qu'on ne croie pas que la maison en papier soit un mythe : on peut en voir dans la cour de l'usine du colonel Szerelmey où l'on peut s'assurer de leur poids et de leur solidité.

Nous n'avons pas fini l'énumération des applications du zopissa : les journaux anglais engagent les lords de l'amirauté à s'assurer que la combinaison de couches successives de fer et de papiers enduits de ce ciment présente une surface qui résisterait aux plus forts projectiles.

### Le tannage du bois.

M. Coombe, dans une lettre adressée au journal anglais le *Working Man*, dit que la prise de brevets n'ayant pas eu pour lui des résultats favorables pour d'autres inventions, il se décide à mettre dans le domaine public les éléments d'un nouveau mode de préserver de la pourriture sèche (*dry rot*) les bois et plus spécialement les bois destinés aux constructions navales. M. Coombe pense que ce procédé est nouveau parce qu'il s'est adressé à un grand nombre de savants et d'hommes pratiques, qui, tous, lui ont déclaré qu'ils n'avaient jamais entendu mentionner l'emploi d'un semblable mode de préservation.

« Il s'agit tout simplement, dit M. Coombe, d'employer, d'une manière inverse, les procédés usités pour le tannage des peaux ou des cuirs. Les peaux d'animaux abondent en gélatine et l'écorce de chêne contient une grande quantité de tannin. Lorsqu'on mélange une solution de gélatine ou de colle avec une solution contenant de l'acide tannique ou du tannin, il se forme immédiatement un composé insoluble de tannate de gélatine qui possède, à un haut degré, des propriétés préservatrices et antiseptiques. C'est d'après cela que lorsqu'on place les peaux pendant un temps déterminé dans une solution de tan (le tan provient surtout de l'écorce de chêne), la gélatine des peaux absorbe le tannin, et les peaux deviennent cuir. Or, il est reconnu qu'aucune substance organique n'est plus propre que le cuir bien tanné à résister aux influences destructives.

« Le procédé que j'ai imaginé consiste à traiter nos bois de chêne et nos bois de *teak*, et même tous les bois contenant suffisamment de tannin, de la même manière que nous traitons les peaux; seulement en renversant le procédé, c'est-à-dire en employant de la gélatine au lieu de tannin, et en l'appliquant sur le bois au lieu de l'appliquer sur des peaux. Nous devons obtenir ainsi des résultats semblables, c'est-à-dire que nous tannerons le bois au lieu de tanner les peaux et nous donnerons ainsi aux bois les propriétés préservatrices et antiseptiques que possède le cuir tanné. »

Tout rationnel que nous paraisse, à première vue, le procédé indiqué par M. Coombe, nous ne l'enregistrons que sous bénéfice d'inventaire : quelques expériences et en même temps des données sur les dépenses qu'entraînerait l'emploi de ce tannage du bois destiné aux constructions nouvelles seront ici d'un grand poids.

### Tunnel sous le Mississippi.

Le projet d'établir un pont sur le *Père des Eaux*, à Saint-Louis, a rencontré des objections assez graves pour qu'on ait dû l'abandonner, et les différentes Compagnies de chemins de fer dont les lignes convergent à Saint-Louis ont formé le projet d'établir, à frais communs, un tunnel sous le fleuve. On a dû demander au Congrès l'autorisation nécessaire pour entreprendre ce travail gigantesque. Dès que cette autorisation aura été obtenue, on se mettra à l'œuvre. Le tunnel à construire n'aura que trois quarts de mille ($1^k,20$). Mais les difficultés à vaincre sont telles, qu'on évalue les dépenses à



plus de 15 millions de francs, et qu'il faudra au moins trois ans pour achever cette construction.

---

## DURÉE, PRIX ET CONDITIONS DES BREVETS OU PATENTES
### DANS LES DIFFERENTS PAYS.

| PAYS. | Durée des travaux | MONTANT des frais. | Conditions et formalités à remplir. | DELAI POUR l'exploitation obligatoire. |
|---|---|---|---|---|
| | | fr. | | |
| ANGLETERRE, ECOSSE ET IRLANDE... | 3 ans | 125 | pour la protection provisoire qui est le 1er degré du brevet............... | aucun délai n'est prescrit. |
| | — | plus 500 | pour le terminer dans un délai de six mois y compris le grand sceau........... | |
| | de 3 à 7 | 1250 | à payer avant l'expiration de trois ans, plus les frais.................... | |
| | de 7 à 14 | 2500 | à payer avant l'expiration de 7 ans, plus les frais........................ | |
| AUTRICHE.... | 5-10-15 | 50 | plus certains droits; les taxes suivent une progression qui augmente tous les ans. | 2 ans. |
| BADE........ | de 5 à 10 | 150 | *Examen préalable* par une commission technique ...................... . | 1 an. (Un plus long délai peut être accordé.) |
| BAVIÈRE..... | 5-10-15 | 62 50 | outre les frais de timbre et d'examen. Les annuités sont progressives et il ne doit y avoir avant la demande aucune publicité qui permette l'exécution. — *Examen préalable* .................. | 1 an. |
| BELGIQUE.... | 20 ans | 10 | Les annuités augmentent de 10 fr. par an.......................... | 1 an après la mise en exploitation dans un autre pays. |
| DANEMARK... | de 3 à 20 | 60 | plus les frais de timbre, etc. La durée du brevet est fixée par le Gouvernement. | 1 an. |
| ESPAGNE..... | 5-10-15 | 270-810-1620 | Les brevets d'importation ont une durée moindre et paient une taxe plus élevée. | 1 an. |
| ETATS-UNIS.. | 17 ans | 81 | *Examen préalable.* — Il faut fournir un modèle ou échantillon limité à 1 pied cube. | 18 mois à partir de la date de la délivrance. |
| FRANCE...... | 15 ans | 189 | patente y compris l'examen préalable.. | 2 ans. |
| HANOVRE.... | de 5 à 10 | 112 | Droit unique. Non compris certains droits de peu d'importance............ | 6 mois (on peut obtenir une prolongation). |
| HOLLANDE.... | 5-10-15 | 317-650-1300 | Les frais de la demande sont de 200 fr.; la taxe se paie 18 mois plus tard..... | 2 ans. |
| ITALIE....... | 5-10-15 | (1) | | 2 ans. |
| PORTUGAL.... | 5-10-15 | 29 (plus des frais s'élevant à environ 200 fr.) | Il faut une copie du brevet pris ailleurs et un pouvoir consulaire............. | Dans la 1re moitié de la durée du brevet. |
| PRUSSE...... | de 1 à 10 | 67 (plus des frais pouvant s'élever à 488 fr.) | *Examen préalable très-sévère*........ | 6 mois. |
| RUSSIE...... | 3-5-10 | 360-600-1800 | La demande est soumise à l'*examen* du Conseil des Manufactures; il ne doit y avoir eu avant aucune publicité qui permette d'exécuter l'invention........ | Dans le 1er quart de la durée du brevet. |
| SAXE........ | 5-10 | 111-50-187-50 | *Examen préalable*................. | Idem. |
| SUÈDE....... | de 3 à 15 | 400 | *Examen préalable* et publication dans le journal officiel.................. | 2 ans. |
| WURTEMBERG. | de 1 à 10 | (taxe annuelle) 11 à 43 | *Examen préalable.* Il ne doit exister aucune publicité qui permette d'exécuter l'invention. L'inventeur doit fournir un répondant pour le paiement de la taxe annuelle....................... | 2 ans. |

Les chiffres qui figurent dans la colonne *montant des frais* sont la somme *réelle* à payer sans les honoraires des intermédiaires. Nous avons emprunté nos chiffres aux *Tablettes de l'inventeur et du breveté* (1865).

(1) En Italie les brevets sont assujettis à diverses taxes : l'une proportionnelle est composée d'autant de fois 10 francs qu'il y a d'années dans le brevet demandé; l'autre, annuelle, est à 40 fr. pour chacune des trois premières années, 65 pour chacune des trois années suivantes, etc.



**Navigation à vapeur en Angleterre.**

D'après un relevé de date récente, il y a en Angleterre 2628 navires à vapeur enregistrés antérieurement au 1er janvier 1866 ; leur ensemble représente un tonnage enregistré de 803,449 tonneaux. Le tonnage brut est de 1,160,777.

Le n° 1 du registre est le *Beaver*, de 100 tonneaux, appartenant à la Compagnie de la baie d'Hudson. Ce navire a été construit en 1835; mais il y a des steamers enregistrés antérieurement : ainsi, le *Commerce* de Sligo, de 44 tonneaux, a été construit en 1824 : c'est le plus ancien bateau à vapeur qui figure sur les registres. Plusieurs autres bateaux avaient été construits dans l'intervalle compris entre 1824 et 1835.

(Si nous comprenons bien cette note que nous traduisons d'un journal anglais, le *Beaver* a été le premier bateau inscrit sur un *registre spécial* des bateaux à vapeur ; les steamers qui l'ont précédé figurent sur les registres des navires ordinaires).

**Machine à couper le charbon dans les mines.**

Nous avons publié dans les *Annales du Génie civil*, 4e année, page 115, pl. VII, fig. 1, 2, 3 et 4, la description d'une machine exécutée par M. J. Grafton Jones, et destinée à couper dans les mines de charbon, les pierre ou les autres minerais. Notre planche XXVI représente un nouvel appareil dû à MM. Carrett et Marschall.

Nous en donnerons la description dans notre prochaine livraison.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# CORRESPONDANCE.

---

## SUR LA DÉNATURATION DU SEL DESTINÉ A L'AGRICULTURE.

---

La lettre de M. Pouriau, que nous avons publiée dans notre livraison précédente, page 557, ayant été reproduite par un autre journal, M. Nicklès a envoyé à ce journal une réponse dont il nous a demandé la reproduction.

Nous sommes tout disposés à satisfaire à la demande de M. Nicklès, mais nous avons cru d'abord devoir communiquer cette lettre à M. Pouriau qui, lui aussi, n'a vu aucun inconvénient à la publicité demandée par le savant professeur de Nancy. Seulement, M. Pouriau nous a prié de faire suivre la lettre de M. Nicklès de quelques lignes qui, nous l'espérons, mettront fin au débat.

Voici d'abord la reproduction de la lettre adressée par M. Nicklès au *Journal d'Agriculture* :

Monsieur le Directeur,

Deux reproches, fort graves à mes yeux, semblent résulter de l'argumentation à laquelle se livre M. Pouriau dans votre numéro 2, au sujet de mon mémoire publié dans votre numéro du 20 juilllet dernier (n° 1). Pour quiconque sait lire, ces reproches se résument de la manière suivante :

1° Mon dit mémoire a été inspiré par le travail de M. Pouriau ;

2° L'idée d'employer le pyrolignite pour dénaturer le sel appartient à M. Pouriau, j'ai cherché à me l'approprier à son détriment.

Le premier grief est basé sur les dates que voici :

4 mars 1866, note du journal *le Bélier*, annonçant que la Société centrale d'agriculture de Nancy et notamment M. Nicklès s'occupent de la dénaturation du sel et acceptent le procédé prussien.



20 juillet, où paraît dans votre journal mon mémoire sur la question, mémoire en parfaite contradiction avec la note du *Bélier*.

Mai 1866, publication d'un mémoire de M. Pouriau sur la même question.

Si bien renseigné que soit M. P. sur ce qui se passe à la Société d'agriculture de Nancy, il est pourtant un fait qu'il ignore, mais qui ruine de fond en comble son argumentation.

Qu'il veuille ouvrir l'organe de la Société centrale d'agriculture de Nancy[1], du mois de *mai* dernier (je ne dis pas du mois de juillet) et il y verra mot à mot le mémoire incriminé.

Il n'y a donc pas deux mois d'intervalle entre les deux mémoires; au contraire, ils sont à peu près contemporains.

Donc aussi, le mémoire incriminé a été élaboré à tête reposée et il faut bien qu'il en soit ainsi puisqu'on reconnaît que je m'occupe de la question tout au moins depuis le 4 mars.

Je mets au défi de trouver au ministère ou ailleurs un rapport signé de moi et portant les conclusions que M. P. indique; si telle a été mon opinion dans les premiers temps, je ne l'ai consignée nulle part; en tout cas, elle a dû se modifier devant un examen plus attentif des faits, examen auquel je me suis livré en mars et avril au vu et au su de bien des personnes, tant de Nancy que du dehors.

Le mémoire de M. Pouriau a paru pendant que je corrigeais les épreuves du mien. En voyant les formules de dénaturation proposées par lui, je me hâtai de les mentionner en note et constatai ainsi, de la meilleure foi du monde, l'antériorité de M. P. à l'endroit du pyrolignite. Aurais-je eu ce scrupule, aurais-je mis cet empressement à constater ses droits, si j'avais pu, un seul instant, avoir les intentions qu'il semble me prêter?

Que M. P. tâche de n'être jamais plus injuste que je ne l'ai été à cette occasion et tout sera bien.

Je ne serai pas moins catégorique sur le deuxième grief.

Il n'est pas juste non plus de prétendre que j'aie voulu m'attribuer le grand mérite d'avoir, le premier, employé le pyrolignite de fer à la dénaturation du sel. Si M. P. voulait relire de sang-froid le mémoire qu'il incrimine, il verrait au chap. II, avant-dernier alinéa de la page 54, qu'il me prête là une intention singulièrement gratuite. On y lit, en effet, ceci : « .... On atteindra plus sûrement encore le but, en y associant l'un ou l'autre des ingrédients *antérieurement* proposés et qui, comme le goudron, le *pyrolignite*, etc., rendent, etc., etc... »

Ce n'est donc pas à moi que j'attribue la priorité de cet emploi; il est vrai, et c'est là, sans doute, le motif du mécontentement de M. P., il est vrai que je ne répète peut-être pas suffisamment à son gré que cet emploi est de lui. Mais outre que, dans le travail purement pratique qui est en cause, les questions de priorité ne sont pas à leur place, il pouvait en être du pyrolignite comme du sulfate de fer que M. P. croyait, dans le même mémoire, être le premier à proposer, alors que ce genre de dénaturation était couramment pratiqué depuis plusieurs années. Quoi qu'il en soit, je puis, en toute conscience, repousser de toutes mes forces les insinuations contenues dans la lettre de M. P. et lui laisser volontiers et sans conteste, aujourd'hui comme il y a deux mois, une priorité à laquelle il paraît attacher une si grande importance.

Dans la même réclamation, on agite une autre question bien plus intéressante pour le lecteur, car elle ne concerne pas les personnes :

1. *Le Bon Cultivateur*, publié par la Société centrale d'agriculture de Nancy et rédigé par M. Soyer-Willemet, 46e année, avril et mai 1866, p. 118 et suivantes.



M. P. critique mes formules, c'est son droit. Les siennes sont plus économiques, du moins quant au sel destiné au bétail; en sont-elles meilleures et donnent-elles à l'administration les garanties nécessaires? C'est ce dont pourra douter quiconque aura lu mon mémoire. Car ce à quoi je m'attache dans ce travail, ne consiste pas à proposer une drogue nouvelle, mais bien à trouver « un procédé de dénaturation capable de déjouer la fraude ; » non pas la fraude en grand, manufacturière en quelque sorte, dont le but est de faire avec le produit dénaturé, du sel blanc et commercial; ce genre de fraude est peu inquiétant, car il est rendu impossible par les dispositions administratives; il n'en est pas de même de la fraude de détail, de cette fraude de tous les instants, qui défie toute surveillance, qui peut s'exercer impunément dans les ménages, fraude domestique et quotidienne qui consiste à puiser dans le sel dénaturé au lieu de puiser dans la salière et de revivifier tant bien que mal, moyennant une simple décrépitation dans une casserole.

Sur ce point, les sels de fer sont insuffisants lorsqu'on les emploie seuls, car ils se décomposent à chaud, ne laissant qu'un résidu d'oxyde de fer parfaitement inerte. La couleur plus ou moins rouge que cette rouille communique au sel torréfié, n'arrêtera guère les ménagères peu scrupuleuses, toutes les fois qu'il s'agira de saler des aliments colorés.

A eux seuls, les ferrugineux ne sauraient donc suffire pour conjurer la régénération *domestique* du sel dénaturé. Leur associer un agent qui résiste à la chaleur et faire en sorte que la régénération ne puisse être effectuée en moins de deux temps, voilà, selon moi, la solution à donner au problème de la dénaturation du sel.

Mes formules sont discutables, et, ainsi que je le dis dans le mémoire incriminé, « mes nombres n'offrent rien d'absolu[1]. » On pourra donc augmenter les proportions du sulfate de soude, et y joindre un agent colorant si on le juge à propos; mais ce à quoi il faudra en venir dans tous les cas, ce sera de réaliser un mélange qui ne puisse être régénéré aussi aisément que se régénèrent les mélanges proposés par mon honorable contradicteur; mélanges qui, tout en retenant de la couleur, sont devenus inertes après le traitement et ne protégent plus dès lors que médiocrement les abus.

C'est pour cela que je fais intervenir, comme deuxième agent dénaturant, le sulfate de soude quand il s'agit du bétail, et le *plâtre* ou la *charrée de soude* quand il s'agit d'amendement.

Le *sulfate de soude*, parce qu'il est purgatif.

Le *plâtre*, parce qu'il durcit les légumes et les empêche de cuire.

*L'oxysulfure de calcium* ou *charrée de soude*, parce que les sulfures alcalins possèdent une saveur désagréable et répandent, à l'occasion, une odeur d'œufs pourris que la décrépitation ne saurait prévenir.

D'ailleurs, plâtre et charrée ne coûtent presque rien, 1 fr. 50 les 100 kilog.

Qu'à ces mélanges pyroligneux, M. P. joigne donc une substance qui résiste à l'action du feu et n'y devient pas inerte, il rendra ainsi ses formules acceptables. Jusque-là elles ne sauraient l'être; elles offrent même un danger, car elles pourraient inspirer à l'administration une fausse sécurité.

Veuillez agréer, etc.

J. NICKLÈS,

Professeur de chimie à la Faculté des sciences de Nancy.

1. Ces proportions ne sont pas aussi arbitraires qu'on le prétend. J'emploie le sulfate à la dose de 2 et 3 kil., c'est la dose prescrite par la loi belge. (Voir mon Mémoire à la page 50.) Je ferai voir, prochainement, que le sulfate peut être, avantageusement, remplacé par le sulfate de magnésie.



Voici maintenant la lettre de M. Pouriau :

Monsieur le Directeur,

Je n'ai nullement le désir de prolonger entre M. Nicklès et moi un débat qui fatiguerait bien vite vos lecteurs; aussi m'efforcerai-je d'être le plus bref possible dans cette nouvelle réponse dont je demande l'insertion à votre obligeance.

Je n'ai pas à ma disposition *le Bon Cultivateur de Nancy* auquel me renvoie M. Nicklès; je ne puis donc vérifier la date précise à laquelle il faut rapporter la première apparition du mémoire publié en juillet dans le *Journal de l'Agriculture;* d'ailleurs, j'aime mieux, en cette circonstance, m'en rapporter à l'affirmation de mon honorable contradicteur.

Toutefois, je serais heureux si, en retour de cette concession que je fais de grand cœur, M. Nicklès consentait à m'éclairer sur les deux points suivants :

1° Dans quel document imprimé antérieurement à la publication de mon mémoire, trouve-t-on mentionné l'emploi du pyrolignite de fer à 4° pour la dénaturation du sel? 2° Où se trouve indiquée la formule proposée récemment à l'administration française, signalée dans mon mémoire et celui de M. Nicklès, et consistant dans le mélange suivant : goudron 5 kil., oxyde de fer 2k,500, suie 2k,500.

Quant à l'autre partie de la réponse de M. Nicklès, voici les seules observations que je crois utile d'y faire : J'ai dit et je maintiens que l'addition de 2 à 3 p. 100 de sulfate de soude au sel destiné à l'alimentation ne peut empêcher d'employer le mélange, après torréfaction, aux usages culinaires : 1° parce que cette faible dose ne modifie pas d'une manière sensible la saveur du sel pur et ne peut communiquer au mélange qu'une propriété purgative insignifiante; 2° parce que, après torréfaction, deux des mélanges proposés par M. Nicklès et dans lesquels ne figure pas le sulfate de fer, deviennent à peu près incolores et peuvent *immédiatement* servir aux usages culinaires sans exiger *les deux temps* de revivification dont parle l'auteur.

D'autre part, si mon honorable contradicteur tient tant à la présence du *sulfate de soude* dans les mélanges dénaturés, je lui rappellerai aujourd'hui ce que j'avais cru inutile d'indiquer dans ma première réponse, c'est que les deux mélanges proposés par M. Velter et moi renferment, après torréfaction, une notable proportion de *sulfate de soude* par suite de la réaction du sulfate de fer sur le chlorure de sodium.

Cette proportion est moindre, il est vrai, que celle indiquée par M. Nicklès : mais peu importe, puisque dans les deux cas, l'effet de ce sel est toujours le même, c'est-à-dire à peu près nul. J'ai seulement l'avantage d'obtenir gratuitement la présence de ce sel dans le mélange torréfié et sans avoir besoin de compliquer les opérations de dénaturation ni d'en augmenter les frais.

Après cette courte réponse, qui dans tous les cas sera la dernière, j'ose espérer que M. Nicklès daignera traiter nos modestes formules avec un peu plus de charité et qu'il voudra bien les innocenter de la grave accusation qu'il a lancée contre elles, celle de mettre *en danger* l'administration en lui imposant une fausse sécurité.

Les mélanges critiqués par M. Nicklès ont fait leurs preuves à Grignon pendant plusieurs mois, tant au point de vue de l'alimentation du bétail que de la consommation humaine; néanmoins, s'ils étaient reconnus insuffisants ailleurs, ce ne serait certainement pas une petite quantité en plus de sulfate de soude qui pourrait faire donner la préférence aux formules indiquées par M. Nicklès. Dès lors, il serait regrettable qu'une dose aussi minime de sulfate de soude continuât à nous diviser, M. Nicklès et moi, et le sel de Glauber ne mériterait plus, à coup sûr, l'épithète de *sel admirable*.

Veuillez agréer, etc.

A. POURIAU,
Sous-Directeur et Professeur à l'École impériale d'agriculture de Grignon.



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

### MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques....... | 217 | 50 |
| — des États-Unis.......... | » | » |
| — du Chili, brut.......... | 202 | 50 |
| Minerais de cuivre de Corocoro... | 211 | 25 |
| Étain Banca................. | 220 | » |
| — des détroits............. | 215 | » |
| — anglais.................. | 215 | » |
| Plomb brut de France......... | 50 | 50 |
| — d'Espagne......... | 50 | » |
| — d'Angleterre....... | 51 | » |
| Zinc brut de Silésie............ | 54 | 50 |
| — Autres provenances.... | 53 | » |

### MARSEILLE (entrepôt).

| | | |
|---|---|---|
| Aciers de Suède, n° 1.......... | 00 | » |
| — 0.......... | 00 | » |
| — 00.......... | 00 | » |
| Aciers de Trieste, n° 1........ | 00 | » |
| — 0........ | 00 | » |
| — 00........ | 00 | » |
| Fers anglais................. | 00 | » |
| — de Suède................ | 00 | » |

### SAINT-DIZIER (12 septembre).

Fonte métisse 100 fr. (moitié coke, minerais de 1re qualité); Fers laminés de première classe, 225 fr.; Fers au coke 200 à 210; Fers spéciaux, 205 à 215; Feuillards, 240 à 250 fr.

### HUILES.

| | | |
|---|---|---|
| Colza brute (tous fûts) 100 kil... | 101 | 50 |
| — en tonne............ | 103 | » |
| — épurée.............. | 111 | » |
| Lin brute (tous fûts).......... | 104 | » |
| OEillette commune (hectolitre)... | 160 | » |
| Olive commune (100 kil.)....... | 127 | » |

### PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Acide acétique, 8.............. | 49 à 50 |
| — muriatique............ | 6 50 à 7 |
| — nitrique, 40........... | 48 » |
| — — 36............ | 38 » |
| — sulfurique, 66........... | 14 à 15 |
| — — 53.......... | 8 50 |
| Alcali volatil (21 à 20).......... | 37 » |
| Nitrate de potasse brut......... | 58 » |
| — raffiné........ | 64 » |
| Nitro-benzine................... | 1 80 |
| Sel de soude (75 à 76).......... | 36 à 39 |
| — (80 à 82).......... | 38 à 42 |
| Sel d'étain..................... | 205 » |

### BOIS.

| | |
|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30)....... | 75 » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40). | 85 » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50). | 110 à 140 |
| Sapins ordinaires............. | 53 » |
| Poutrelles de Norwége.......... | 60 » |
| Chêne d'entrevous.............. | 0 70 |
| — panneau (0m,02)........ | 1 00 |
| — planche (0m,0034)....... | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne.. | 0 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027).... | 0 75 |

### MAÇONNERIE.

(Paris, octroi, transport compris.)

| | |
|---|---|
| Plâtre (mètre cube)............ | 17 » |
| Chaux hydraulique............ | » |
| — grasse................. | 28 » |
| Ciment de Portland 100 k...... | 9 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m. c. | 90 » |
| Briques creuses (le mille)........ | 55 à 60 |
| Cailloux ou silex (mètre cube).... | 7 50 |
| Sable de rivière............... | 7 25 |
| — de plaine............... | 4 50 |
| Moellons durs................ | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel). | 13 » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

---

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6.
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

# MÉMOIRE
# SUR LES RÉSINES,

PAR H. VIOLETTE,
Directeur des Poudres et Salpêtres à Lille.

---

J'ai dit dans un précédent Mémoire, en date du mois de juin 1862, présenté à l'Académie des sciences et inséré dans les Mémoires de la Société impériale des sciences de Lille, que les résines dites *copal*, qui naturellement ne sont pas solubles dans l'essence de térébenthine ni dans l'huile, y deviennent solubles, lorsque, par une distillation ou une torréfaction préalable, faite à la température de 350° environ, degré de leur fusion, elles ont perdu à peu près 25 p. 100 de leur poids en matières volatiles. Ainsi préparées, ces résines font très-facilement, avec les liquides ci-dessus dénommés, d'excellents vernis gras, sans aucun danger d'incendie, ni gêne dans la fabrication. Ces *résines solubles* forment maintenant un article de commerce, exploité par nombre de fabricants, et représentent une matière nouvelle acceptée par l'industrie.

J'ai continué mes recherches sur ce sujet, et je suis arrivé à ce résultat curieux, que je vais formuler :

*Les résines copal et autres congénères acquièrent la propriété de se dissoudre dans l'essence de térébenthine et les huiles grasses, lorsqu'elles ont été préalablement fondues en vase clos.*

Voici l'expérience : dans un tube en verre épais d'un millimètre, ayant $0^{m},018$ de diamètre intérieur, $0^{m},20$ de longueur et fermé par un bout, j'introduis 10 grammes de copal *Calcutta* concassé, qui occupent la moitié de la capacité du verre. J'effile le tube à la lampe et je le ferme. Ainsi disposé, il s'agit de le chauffer, sans danger, à 350° environ, chaleur suffisante pour sa fusion; une très-forte pression tend à rompre le tube : il faut donc être prudent.

Voici l'appareil de chauffage dont je me suis servi : Il se compose d'un bloc de fonte *a*, dans lequel on a pratiqué un long trou central *b*, en forme de tube; un grand creuset en terre *d* recouvre le tout, pour maintenir la chaleur. Le système repose sur un fourneau *e*, et est chauffé par la grille à gaz *f*. Le bloc *a* a un volume de 4 à 5 décimètres cubes, et sert de réservoir de chaleur. (Voir page suivante.)

Il n'est guère possible de se servir du thermomètre à mercure; des lamelles de plomb et de zinc suffisent; introduites dans le tube *b*, la première en fondant indique 330° environ, tandis que la seconde, qui ne doit pas fondre, indique que la chaleur n'a pas atteint 430°. C'est entre

ces deux températures qu'il faut maintenir la chaleur, ce qui est facile avec un peu de soin.

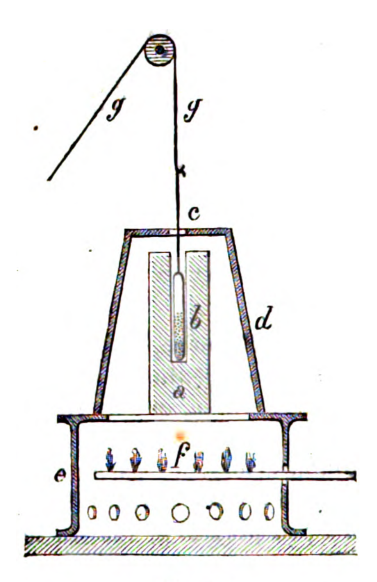



Fig. 86.

Je suppose donc l'appareil convenablement chauffé; j'introduis le tube *c* effilé, fermé, contenant le copal; il est suspendu à une ficelle *g*, et je le maintiens ainsi pendant 15 à 20 minutes, suivant la chaleur.

Après ce temps, je le retire doucement, en tirant la ficelle à distance; en l'observant de suite, derrière un masque, on voit que la résine fondue s'est transformée en un liquide clair, transparent, légèrement jaune, et dans lequel s'élèvent des bulles gazeuses. Cette substance refroidie devient opaque, à cause de l'eau contenue, et d'autant moins colorée que la chaleur a été moindre.

Pour ouvrir le tube sans danger, il faut le saisir dans un linge et plonger dans la flamme l'extrémité effilée; celle-ci, amollie, s'ouvre légèrement et laisse s'échapper avec sifflement les gaz enfermés. On brise ensuite le tube, dont on retire la résine solide sèche, qui se dissout parfaitement bien, à froid et à chaud, soit dans l'essence de térébenthine seule, soit dans l'huile de lin, soit dans les deux liquides réunis, et constitue un excellent vernis gras. Ce dernier est d'abord louche; mais chauffé à 100°, il devient transparent en perdant son eau.

Dans cette expérience la pression dans le tube est considérable; elle s'élève à 20 atmosphères; on peut la diminuer beaucoup, en laissant échapper les 5 à 6 p. 100 d'eau que renferment les résines; à cet effet, on ne ferme pas de suite le tube effilé *c;* la première impression de la chaleur fait sortir les gouttes d'eau; quand apparaissent les gouttes d'huile essentielle, on retire le tube, on le ferme dans la flamme à alcool, et on le replace dans l'appareil caléfacteur. Dans ce cas la résine fondue,

est transparente, et donne en se dissolvant dans l'essence ou dans l'huile un vernis clair et limpide.

Le *karabé*, *ambre*, ou *succin*, traité de la même manière, acquiert la même solubilité. Cette résine, si difficile à incorporer dans les excipients ordinaires entre les mains du fabricant de vernis, préalablement fondue en vase clos et refroidie, se dissout avec la plus grande facilité dans l'essence de térébenthine et l'huile, et constitue un fort beau vernis.

Il est superflu de faire observer que dans le traitement ci-dessus indiqué, la résine ne subit aucune perte, et que tout entière elle entre dans la composition du vernis, tandis que dans la fabrication ordinaire, elle subit une perte qui varie de 25 à 50° p. 100.

J'ajouterai que le copal et le karabé, qui ne fondent ordinairement qu'à 358 et 400°, fondent à 100° seulement, après le traitement en vase clos.

C'est une chose singulière, que cette nouvelle propriété donnée aux résines par une simple fusion en vase clos; le nouveau groupement des molécules en est sans doute la cause, mais c'est exprimer le fait d'une certaine façon, sans l'expliquer : le seul fait vrai, constaté par l'expérience, c'est la modification des propriétés sans changement de poids.

La chimie a déjà signalé des faits analogues; les résines en augmentent le nombre. Bien d'autres substances se comporteront sans doute de même, et c'est là un vaste champ d'étude, que je me propose d'explorer. Ce qui va suivre donne un nouvel intérêt à ce genre de recherches. J'ai voulu savoir ce qui se passerait, si, au lieu de fondre en vase clos la résine *seule*, je l'exposais à la même température de fusion, soit 350° et toujours en vase clos, non plus *seule*, mais avec de l'huile, ou avec de l'essence, ou avec l'une et l'autre réunies.

J'ai donc mis dans un tube 10 grammes de résine copal et 20 grammes d'essence de térébenthine; j'ai fermé le tube, et l'ai exposé dans l'appareil précédent pendant 15 à 20 minutes. Après ce délai, le tube retiré a laissé voir un liquide limpide, jaunâtre, qui, après refroidissement, a conservé sa couleur et sa transparence. La résine était complétement dissoute et le liquide était un superbe vernis.

Dans un autre tube j'ai mis 10 grammes de résine copal et 20 grammes d'huile de lin, et après un traitement semblable en vase clos, la résine s'est complétement dissoute dans l'huile.

Dans un autre tube j'ai mis 6 grammes de résine copal, 2 grammes d'huile de lin, 18 grammes d'essence de térébenthine, et par le même traitement en vase clos, la dissolution de la résine a été parfaite et a constitué dans ce cas un vernis gras complet, fait pour ainsi dire de toute pièces. C'est bien là une nouvelle fabrication, qui, lorsqu'elle passera du laboratoire dans l'atelier, constituera une véritable révolution dans une industrie classée dans les établissements les plus dangereux et les plus insalubres.

C'est ici le lieu de dire que je ne me suis pas borné à des essais dans des tubes; j'ai opéré plus en grand : dans un tube en cuivre rouge, de

0m,01 d'épaisseur, 0m,50 de longueur, 0m,06 de diamètre intérieur, argenté intérieurement pour éviter la coloration que donne le cuivre, et muni d'une fermeture convenable, qu'il serait trop long de détailler, mais qui m'a coûté bien des essais pour être efficace, j'ai traité à la fois jusqu'à 1 kilogramme de résine copal, de manière à la rendre parfaitement soluble dans les susdits. Dans le même tube j'ai aussi traité ensemble copal, huile et essence en quantités suffisantes pour obtenir à la fois un litre de vernis gras.

C'est dans cet appareil que j'ai constaté, à l'aide d'un manomètre Bourdon, que la pression intérieure allait jusqu'à 20 atmosphères. C'est une grande difficulté de fabrication, que je laisse à résoudre aux industriels. Au reste, on l'atténue beaucoup en chassant les 5 à 6 p. 100 d'eau que contiennent les résines copal et le karabé : à cet effet rien de plus facile, en mettant dans le tube le copal seul d'abord, l'exposant à 300° pendant le temps suffisant pour que l'eau s'échappe, retirant le tube et le fermant vigoureusement, si l'on traite la résine seule, ou après avoir ajouté huile et essence, si l'on veut faire le vernis *complet*, et l'exposant enfin à 350°, température nécessaire à la réaction. Il faut aussi avoir le soin de ne se servir que d'huile siccative et d'essence préalablement privée d'eau.

J'ai déjà dit que le *karabé* se comportait de la même manière que le *copal;* mais cette résine exige, pour entrer en fusion, une température plus élevée que le copal, environ 400° centigrades. Cette résistance à la fusion explique la difficulté qu'éprouvent les fabricants de vernis; entre leurs mains le karabé perd au moins la moitié de son poids, et ce déchet considérable en restreint beaucoup la fabrication et l'usage. Cela est à regretter, car ce vernis est certes le plus dur, le plus résistant et le plus précieux de tous.

C'est aux industriels à s'emparer du nouveau procédé que je leur signale, qui non-seulement donne un vernis clair et limpide, au lieu de cette couleur noire et opaque qu'on lui connaît dans le commerce, mais encore n'impose aucun déchet ni aucune perte. Il est prudent, comme je l'ai recommandé pour le copal, d'enlever au karabé 5 à 6 p. 100 d'eau, par une sorte de torréfaction préalable.

En général, lorsque les vernis obtenus sont plus ou moins louches, la cause en doit être attribué à l'eau existante; l'exposition subséquente à une chaleur de 100° leur rend à tous la plus parfaite limpidité.

Toutes les résines, traitées comme ci-dessus, se dissolvent également dans l'éther, la benzine et autres hydrocarbures, et constituent de nouveaux vernis. Je ne suis point parvenu à les dissoudre dans l'alcool.

L'influence de la température en vase clos est considérable sur la qualité du produit. Au-dessous de 350°, la résine copal *Calcutta*, la plus dure des résines, ainsi que le karabé, ne fondent pas; à 350°, la fusion du copal s'opère dans les meilleures conditions; la résine fondue est, après refroidissement, claire, sèche, cassante, transparente, légèrement jaunâtre; elle ressemble parfaitement à de l'ambre; dissoute dans l'essence de térébenthine et l'huile de lin, elle donne un vernis limpide, blanc, de couleur ambrée, d'apparence tout à fait satisfaisante.

Il faut 400° pour fondre le karabé ou l'ambre; à ce degré il est sec, transparent, un peu plus coloré que le copal, et constitue avec l'huile et l'essence un vernis clair, peu coloré, et tel qu'il n'en a jamais été produit. On sait en effet que dans le commerce le vernis karabé est noir comme de l'encre, et ne peut être appliqué, malgré sa qualité supérieure, sur les objets revêtus de couleur claire.

Au delà de 400°, les copals et karabé fondent facilement et plus promptement, mais aux dépens de la qualité. Le produit est plus coloré et devient opaque, mou, poisseux : la solubilité est beaucoup plus prompte, plus facile; mais le vernis est de qualité moindre.

L'appareil de chauffage doit donc être rigoureusement maintenu à une température fixe, constante, variable entre 350 et 400°. J'ajouterai que l'excès de température détermine un excès de pression, qu'il faut nécessairement éviter. Le succès de l'opération résidera donc tout entier dans la bonne disposition de l'appareil de chauffage. J'ai longtemps cherché à résoudre ce problème thermostatique, qui intéresse d'ailleurs de si nombreuses industries, et prochainement sans doute je ferai connaître un calorifère de construction très-simple et qui remplit bien la condition demandée.

*Résumé.* Les résines *copals* et congénères ainsi que le *karabé*, qui ne sont pas naturellement solubles dans l'éther, l'essence de térébenthine, la benzine et autres hydrocarbures, ainsi que les huiles végétales, y deviennent solubles, à froid ou à chaud, lorsqu'elles ont été préalablement exposées, en vase clos, à une température variable entre 350 et 400°, et constituent ainsi de véritables vernis.

C'est là un cas particulier d'une série des phénomènes curieux qui s'accomplissent sous la double influence de la chaleur et de la pression. On sait bien que certaines réactions, qui n'ont pas lieu dans les circonstances ordinaires de température et de pression, s'accomplissent quand on modifie ces circonstances; mais ils sont plus rares les exemples de ces substances qui, sans décomposition, sans altération, sans diminution de poids, prennent, sous la double influence de la chaleur et de la pression, un autre arrangement moléculaire, qui leur donne des propriétés nouvelles, et les transforme pour ainsi dire en corps nouveaux.

C'est une sorte de transmutation, mot bien vieux, trop décrié peut-être, et qui devra sa véritable signification aux travaux de l'avenir.

H. VIOLETTE,
Directeur des Poudres et Salpêtres.

---



# PROJET

## D'ENCLOTURE, D'ENDIGUEMENT, DE DESSÉCHEMENT ET DE MISE EN CULTURE

## D'UNE PARTIE DU ZUIDERZÉE.

(Planches XXIX et XXX.)

---

La plus grande partie du sol de la Hollande est un échiquier mouvant sur lequel, depuis des siècles, se livre avec des péripéties diverses une lutte gigantesque entre la mer et le génie de l'homme : la mer voulant toujours reconquérir la terre que l'homme lui a prise, l'homme voulant garder et étendre ses conquêtes. Amsterdam est une ville immense, bâtie sur pilotis (son ancien hôtel de ville seul repose sur une forêt de 13,657 pilotis, dont le premier fut enfoncé le 20 janvier 1648 et le dernier le 6 octobre de la même année), et des terrains cultivés d'une grande étendue sont d'anciens relais de mer; par contre, le lac de Harlem, le Biesbosch, le Zuiderzée sont des conquêtes faites par l'eau sur des terrains qui avaient été antérieurement soustraits à sa domination.

Citons au courant de la plume quelques-unes des péripéties de cette grande lutte séculaire :

Le 16 novembre 839, une tempête furieuse rompt les digues, inonde presque toute la Frise et renverse 2,437 habitations.

En novembre 1421, la mer engloutit une surface de cinq myriamètres carrés qui renfermaient soixante-douze villages et près de 100,000 habitants; c'est cette inondation qui forma le *Verdronkenland* (pays noyé), connu aujourd'hui sous le nom de Biesbosch (bois des joncs). C'est à la même inondation que remonte l'origine du Hont [1], aujourd'hui l'une des embouchures de l'Escaut (l'Escaut occidental).

1. Avant cette catastrophe la grande voie navigable de l'Escaut était le Zwijn, dont l'origine était probablement due à une inondation antérieure. Les dimensions de cette mer intérieure étaient énormes et sa profondeur considérable; c'est par cette embouchure que se faisait au moyen âge tout le commerce des puissantes cités des Flandres qui, à cette époque, n'avaient pas de rivales commerciales dans le monde entier. — C'est encore par le Zwijn que les vaisseaux armés en guerre pénétraient dans la rade du magnifique port de Dam, qui, en 1213, donna asile à la flotte de Philipe-Auguste forte de 1,700 voiles. — Que sont devenues ces eaux larges et profondes par lesquelles il entrait 150 navires marchands en une seule marée? Elles sont devenues des prairies, des terres cultivées et des fermes; le Zwijn lui-même n'est plus qu'un fossé bourbeux privé d'eau qu'on va sous peu endiguer pour le rendre à la culture. Le port de Dam est comblé et se trouve au milieu des terres à plusieurs lieues de la mer. (*L'Eau, étude des phénomènes de sa composition, etc.*, par A. de Lavelleye. — Librairie des ingénieurs civils.)

Le 5 novembre 1530, la ville de Reimerswale et vingt villages de la partie est de l'île de Zuid-Beveland sont engloutis par les eaux.

Mais aux fureurs de la mer, l'homme oppose des digues, ou, pour être plus exact, l'homme commence par utiliser les digues naturelles, les dunes, que la mer créa elle-même et qui ont une tendance constante à s'avancer vers l'intérieur des terres; il fortifie ces digues naturelles et crée, par exemple, dans la Zélande la fameuse digue de Westkappelle, qui a 4,700 mètres de longueur et qui maintient la mer à un niveau de 5 mètres au moins, à marée haute, au-dessus du sol abrité par cette digue.

Pour nous rendre compte des travaux que les ingénieurs hollandais entreprennent dans leurs luttes avec la mer, citons quelques passages d'un livre qui a paru récemment, et dont l'auteur porte un nom qui fait autorité dans les questions de génie maritime [1].

« La Hollande était menacée d'une séparation au village de Petten. La dune avait reculé devant la mer, et un isthme étroit restait seul entre celle-ci et le Zuiderzée. On a fiché le long du rivage à la laisse de pleine mer, deux files de pieux parallèles avec un espacement de 1 à 2 mètres. On a moisé chacune des deux files : on les a liées ensemble et on a rempli leur intervalle de pierrailles.

« On voit, dans ce premier fait, une sorte de muraille solide. Grâce au pilotis, la fondation peut descendre aussi bas que cela est jugé nécessaire. Ce premier travail n'a pas été le seul; on a fiché de 120 mètres en 120 mètres une file de pieux perpendiculaires au rivage, sur 120 mètres de longueur pour former des épis. La file de pieux est unique. Elle n'a pas à subir des efforts de front comme les doubles files du rivage. Ces épis sont hauts à leur pointe; il s'y fait donc un jeu de lames pouvant produire des affouillements. On y a pourvu par des plaques en fascinages. Elles sont posées au niveau des plus basses mers, ne sont battues en conséquence que par les brisants d'une lame qui a déferlé sur des hauts-fonds, sur des bancs élevés, et qui est déjà affaiblie. Au pied des épis, le fascinage chargé de pierres surveillé et entretenu peut se maintenir. La muraille en bois est un complément utile.

« Les travaux dont nous venons de parler ont 5,500 mètres de longueur, et, à leur aspect, l'observateur est saisi d'un sentiment d'admiration puisé dans la grandeur de l'œuvre en même temps que dans la conscience de sa solidité. »

Nous avons voulu grouper les données qui précèdent avant d'aborder l'objet même de notre note. Aujourd'hui il s'agit d'une autre œuvre gigantesque, qui a comme précédent le desséchement du lac de Harlem, mais avec cette différence que le desséchement du lac de Harlem [2] a porté

1. *Etudes et notions sur les constructions à la mer*, par M. Bouniceau, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Avec atlas de 50 planches doubles. (*Bibl. des professions industrielles et agricoles.*)

2. Le 9 novembre 1836 les eaux du lac de Harlem, chassées par un vent d'ouest furieux, s'étaient élancées par-dessus les digues et les routes et arrivèrent jusqu'aux portes d'Amsterdam. Le lac était devenu une menace permanente : en 1839 on décida de le dessécher. Les travaux d'épuisement commencèrent en 1848, ils furent terminés en 1855. Aujourd'hui le polder de Harlem est couvert d'habitations.



sur 18,000 hectares, et que d'après le projet dont nous allons parler, c'est deux cent mille hectares de terrain que l'on veut conquérir sur le Zuiderzée.

Nous avons sous les yeux le texte hollandais de ce vaste projet[1] : une analyse rapide permettra au lecteur de juger de la grandeur de l'œuvre à entreprendre et des moyens qui doivent servir à son exécution.

Dans un avant-propos M. Beijerinck, aujourd'hui inspecteur du *Waterstaat*, expose qu'un homme d'État éminent de la Hollande lui fit, il y a quelques mois, au nom du Crédit foncier hollandais la proposition d'élaborer un projet praticable de desséchement du Zuiderzée. Nous disons projet praticable, parce qu'il y avait déjà eu quelques projets antérieurs, mais qui, pour la plupart, n'avaient pas résisté à un examen sérieux. Avec l'expérience acquise dans des travaux analogues, M. Beijerinck se mit à l'œuvre, et il croit être arrivé à la solution du problème, dans les conditions voulues, c'est-à-dire sans nuire aux voies navigables existantes, et en conservant soigneusement les embouchures de l'IJssel dans la mer. Seulement, pour se renfermer dans ces conditions, ce n'est pas le Zuiderzée tout entier qui devra être desséché, mais bien une partie de ce bras de mer, partie importante puisqu'elle embrasse une surface de 195,000 hectares, c'est-à-dire que la réalisation du projet augmenterait d'*un dixième* la superficie totale du royaume des Pays-Bas.

D'après le plan de M. Beijerinck (voir planche XXIX), le desséchement s'appliquera à la partie du Zuiderzée située au sud du *Keteldiep*, c'est-à-dire au-dessous de l'embouchure méridionale de l'IJssel. La ligne d'enclôture serait commencée à l'ouest à la digue méridionale du Ketel près de Kampen et se dirigerait vers la pointe septentrionale de l'île d'Urk, en se portant à l'ouest vers *Enkhuizen*, de manière à laisser cette ville et sa rade en dehors de l'endiguement.

Cette ligne d'endiguement ou d'enclôture a une étendue de 40,000 mètres et est deux fois et demie plus longue que la distance la plus courte entre Enkhuizen et la côte de la Frise, mais elle a été choisie :

1° Parce qu'elle répond à la condition du programme qui laisse en dehors de l'endiguement l'embouchure de l'IJssel;

2° Parce qu'elle laisse intact le courant qui doit, par le flux et le reflux, maintenir la profondeur de la communication avec la mer dans le détroit du Texel;

3° Parce qu'en rattachant l'île d'Urk et Schokland au projet, elle a l'avantage de procurer au milieu de la mer des brise-lames et des abris convenables pour les bateaux qui seront chargés des pierres, des fascines et des matériaux qui devront être employés dans cette entreprise colossale;

4° Enfin parce que le chenal qui, dans la partie du nord-est du Zuiderzée, a parfois une profondeur de 85 à 130 décimètres, et dans la partie entre Enkhuizen et Stavoren une profondeur de 70 à 87 décimètres, n'a plus qu'une profondeur de 50 à 45 décimètres dans la partie du sud-ouest, à la hauteur d'Urk, et même de 30 décimètres dans les environs de Pampus, de manière qu'il est exact de dire qu'en ce qui concerne la question de profondeur le Zuiderzée ne devient, à proprement parler, susceptible d'être endigué et desséché qu'au sud de la ligne proposée.

1. *Proeve van een ontwerp tot afsluiten, indijken, droogmaken et in cultuur brengen van een gedeelte der Zuiderzee*, door den inspecteur van den Waterstaat J. A. Beijerinck.



Nous avons reproduit ces données parce que nous avons voulu prouver que M. Beijerinck avait eu d'excellentes raisons pour limiter la superficie de la partie à dessécher; augmenter cette superficie, c'eût été, sans aucun doute, compromettre le succès de l'opération elle-même.

Nous pouvons indiquer maintenant les opérations successives en nous attachant moins aux détails.

La navigation entre Amsterdam et les ports situés sur la rive du sud-ouest et la partie qui ne sera pas comprise dans l'endiguement devra nécessairement être entravée pendant l'exécution d'une partie des travaux. Afin d'obvier à cet inconvénient, l'auteur propose l'ouverture d'un canal de Muiden vers Kampen qui est indiqué sur la planche.

Dans l'intérêt de la navigation vers Amsterdam, un grand canal, *aa*, communiquera avec le canal qui réunit Amsterdam à la mer du Nord.

Deux autres canaux également destinés à la grande navigation et à l'écoulement des eaux seront établis dans la partie du Zuiderzée à endiguer : l'un, indiqué par les lettres *bb*, coupe le canal *aa* à un angle de 90 degrés dans la direction d'Edam et d'Harderwijk; l'autre, *cc*, longe la digue d'enclôture à l'intérieur et constitue entre Kampen et Enkhuizen une voie navigable qui, en même temps, aura le double avantage : 1° de mettre à Enkhuizen la navigation de la partie du Zuiderzée endiguée en communication avec la partie laissée intacte du côté du nord; 2° de permettre d'atteindre Amsterdam et même la mer du Nord par le canal *aa*.

Quatre autres lignes sont tracées sur la planche : *dd*, à 15,000 mètres au nord du canal *bb*, et *ee*, *ff*, *gg*, tracées chacune à 10,000 mètres de distance et parallèles avec le canal principal *aa*; ces lignes représentent de larges routes à quais et sont destinées à diviser les terrains à dessécher en groupes dont la plupart auront une superficie de 15,000 hectares.

Cette division présente l'avantage de pouvoir assigner à chaque polder ou partie desséchée un niveau particulier et d'établir des machines élévatoires d'après les nécessités de chaque localité ou partie desséchée.

*La digue d'enclôture.* — Du côté de la Hollande septentrionale il existe déjà des digues de mer très-fortes; il y en a partiellement sur les côtes des provinces d'Utrecht, de Gueldre et de Overijssel; mais il n'en est pas moins vrai qu'il faudra établir une digue d'enclôture qui s'étendra en pleine mer sur une étendue de 40,000 mètres à des profondeurs diverses, depuis 0m,30 sous l'étiage d'Amsterdam[1] pour 5,000 mètres, jusqu'à 3m,25 pour 15,600 mètres, au loin de l'île d'Urk, et de 3m,50 de profondeur jusqu'à la côte de la Hollande septentrionale, à Enkhuizen, sur 21,400 mètres.

Le profil figuré pl. XXX indique la forme, les dimensions et l'ensemble de la digue d'enclôture pour les deux dernières parties en admettant une profondeur moyenne de 3m,40 au-dessous de l'étiage d'Amsterdam.

1. Dans tous les travaux hydrographiques de la Hollande on part de l'étiage d'Amsterdam (Amsterdamsche Peil, niveau ou échelle d'Amsterdam). C'est ce niveau qu'on voit indiqué dans les ouvrages techniques hollandais et les cartes par les majuscules AP.



Pour l'intelligence de ce profil, il suffira d'ajouter :

1° Le remplissage à l'intérieur se composera de matériaux que fournira le creusement du canal de l'Eem vers Kampen, qui seront apportés à pied d'œuvre par des chemins de fer provisoires, ou qui seront amenés par des barques. La partie extérieure seule, sur l'épaisseur d'un mètre, devra consister en terre d'argile pure.

2° On devra commencer par protéger par un talus pierreux les parties exposées aux courants, et les surfaces des bermes devront être recouvertes en pierre; après le dessèchement, cette couverture ne sera plus nécessaire que pour la berme extérieure.

3° L'expérience a prouvé qu'il est très-facile de placer en mer les quais ou bermes entre lesquels la digue doit être renfermée, pourvu que l'on ait la précaution de couvrir chaque année de pierrailles les parties nouvellement terminées et de raffermir par des pierres les extrémités. Ces pierres pourront d'ailleurs être utilisées à la reprise des travaux pendant l'année suivante.

M. Beijerinck répond ici à deux objections qui lui seront probablement faites :

1° Comment se procurera-t-on les fascinages dont la production annuelle est nécessairement limitée?

2° Où et comment se procurera-t-on les terres, les pierres, etc. (*de specie*) nécessaires pour les travaux?

L'auteur du projet fait remarquer qu'en ce qui concerne les fascines, on procède annuellement en Hollande à la coupe de bois de fascinage sur une étendue de 2,500 hectares, ce qui représente un approvisionnement annuel de 11 millions 1/4 de fagots.

La digue d'enclôture nécessitera l'emploi de 60 mètres cubes par mètre courant, soit 2,262,000 mètres cubes de fascinage, soit, en comptant 38 fagots par mètre cube, à peu près 86 millions de fagots.

Les travaux à exécuter donneront naturellement l'idée d'augmenter la culture des bois de fascinage : en admettant que cette augmentation permette de disposer annuellement de 11 millions de fagots pour l'endiguement, on pourra se procurer les fascines nécessaires dans une période de huit années, période qui est justement celle nécessaire pour obtenir les autres matériaux, pierres, terres, etc., exigés pour l'opération.

Quant à ces matériaux, on se les procurera d'abord par le creusement du canal de l'Eem vers Kampen, comme cela a déjà été indiqué, ensuite on se servira des voies de transport pour en chercher au loin, et pour faire arriver des sables et des terres dont on fera des agglomérés.

*Dessèchement et division.* — Pendant l'établissement de la digue d'enclôture qui, comme nous venons de le voir, s'étendra, à cause des matériaux nécessaires, sur une période de huit années, on construira dans diverses usines les machines à vapeur, en adoptant, autant que possible, des types uniformes, ainsi que les appareils hydrauliques dont on aura proportionné l'importance et le nombre d'après la surface à dessécher et à préserver ensuite de nouvelles infiltrations de l'eau.

Ces machines à vapeur seront placées dans des ports, au midi de l'endiguement à effectuer, sur des bateaux en bois ou en fer; après l'endiguement, elles seront transportées et fixées à l'intérieur de la digue dans des endroits choisis et préparés à l'avance, afin qu'elles puissent sans

retard commencer l'opération de desséchement : l'eau qui sera puisée dans le Zuiderzée sera rejetée de l'autre côté de la digue à l'aide de tuyaux en fer qui auront été placés dans cette digue au moment de sa construction.

Quant à l'appropriation des terrains conquis, on commencera par le creusement du canal *aa;* les écluses auront préalablement été établies dans la digue d'enclôture; puis viendra presque simultanément le creusement des canaux *bb* et *cc*, et l'on procédera à l'établissement des routes endiguées dans l'intérieur de la terre conquise. (La planche XXIX indique pour un des polders conquis l'emplacement des écluses, des ponts, des machines élévatoires. L'arrangement sera le même pour les autres parties desséchées.)

*Force en vapeur nécessitée pour l'exécution des travaux.* — L'expérience acquise dans le desséchement du lac de Harlem a démontré qu'il faut 12 chevaux-vapeur pour dessécher mille hectares à la profondeur d'un mètre.

La surface à dessécher étant de 195,000 hectares et la profondeur moyenne de 4 mètres nous aurons :

$$\text{Chevaux-vapeur} = \frac{195000 \times 4 \times 12}{1000} = 9360.$$

soit en chiffres ronds 9,400 chevaux-vapeur, force qu'on subdivisera, autant que possible, entre des machines de 150 chevaux, ce qui donne 63 machines.

Il y aura donc 63 machines à répartir sur la surface à dessécher, et par exemple chaque polder d'une superficie de 15,000 hectares sera muni de cinq de ces machines.

*Durée de l'opération. — Dépenses.* — Nous avons dit que M. Beijerinck évalue à 8 années le temps nécessaire pour l'établissement de la digue ; les autres travaux devront durer 4 ans ; c'est donc, d'après ces évaluations, une période de douze années qu'il faudra pour terminer cette grande œuvre.

Quant aux dépenses, voici quelques chiffres. Les calculs sont établis en florins, mais nous rappellerons que le florin hollandais équivaut à 2 fr. 11 c.

I. Canal de Muiden à Kampen.................................. 5,471,000 fl.

(Dans cette somme sont compris 1,280,000 fl. pour frais d'expropriation, 250,000, fl. pour construction d'écluses, 350,000 fl. pour construction de ports; le creusement du canal proprement dit est évalué à 3,150,000 fl.)

II. Digue d'enclôture.......................................... 23,396,000

(3,000 mètres courants à 152 fl. 20 = 456,600 fl.
37,000 — à 620 00 = 22,940,000 fl.)

III. Travaux pour l'écoulement des eaux et dans l'intérêt de la grande navigation.................................................. 3,824,918

(Écluses, vannes, doubles ponts tournants, ponts mobiles, etc.)

| | |
|---|---|
| IV. Machines à vapeur et leur installation ...................... | 18,800,000 |
| (9,400 chevaux vapeur à 2,000 fl.) | |
| V. Frais d'appropriation des différents polders .................. | 19,370,000 |
| (On a figuré sur la pl. XXIX l'appropriation d'un polder de 15,000 hectares.) | |
| VI. Dépense de desséchement et conservation des terrains désséchés. (Combustible, mécaniciens, chauffeurs.) | 5,025,859 |
| | 75,888,377 |
| VII. Frais imprévus, administration, etc. ...................... | 7,911,623 |
| | 83,800,000 |
| VII. Autres frais imprévus, s'il devient nécessaire d'imprimer à certains travaux une plus grande activité dans l'intérêt de la navigation. | 1,050,000 |
| | 84,850,000 |

Soit en francs et en chiffres ronds cent soixante-dix-neuf millions.

Arrivé à ce point de son travail, M. Beijerinck examine les deux hypothèses de l'exécution des travaux par l'État ou de l'exécution par l'industrie privée.

Dans la première hypothèse, c'est bien de la somme de 179 millions de francs qu'il s'agit, mais cette dépense serait naturellement répartie sur douze exercices successifs et proportionnée au degré d'avancement des travaux.

Si, au contraire, c'est à l'industrie privée que doit être confiée cette grande opération, il faudra tenir compte de l'intérêt des capitaux employés pendant plusieurs années avant de donner le moindre résultat rémunératoire. Nous croyons qu'il est inutile de reproduire les détails des calculs : nous dirons seulement que, dans cette dernière hypothèse, le total de la dépense avec les intérêts, et les intérêts des intérêts, augmenterait d'à peu près 27 p. 100, et qu'alors l'opération coûterait près de 225 millions de francs.

*Résultats.* En tenant compte des produits d'une partie des terrains conquis avant l'achèvement complet du desséchement, produits que l'on peut évaluer à 50 fl. pour chacun des 45,000 hectares qui seront desséchés et mis en culture avant la onzième année, on arrive à un total de 2 1/4 millions de florins à déduire de la dépense générale. Il en résulte qu'à la fin de l'opération, le prix du desséchement de chacun des 195,000 hectares desséchés deviendrait $\frac{81,550,800 \text{ fl.}}{195,000}$ ou $\frac{104,396,431 \text{ fl.}}{195,000}$ d'après l'hypothèse de l'exécution par le gouvernement ou par l'industrie, — c'est-à-dire que le desséchement de chaque hectare aura coûté 418 fl. (882 fr.) ou 535 fl. (1,128 fr.).

Les terrains conquis sur le lac de Harlem ont été vendus en moyenne à 473 fl., à peu près 1,000 fr. par hectare ; en partant de cette donnée, le desséchement du Zuiderzée donnerait donc un bénéfice de 118 fr. par hectare si l'opération est faite directement pour le compte du gouverne-

ment, ou une perte de 128 fr. si elle est faite par des particuliers. Mais il convient d'observer qu'on est en droit d'espérer, pour les terrains à provenir du Zuiderzée, un prix bien plus élevé que celui obtenu pour les terres conquises sur le lac de Harlem.

Les calculs qui précèdent sur la valeur vénale des polders lorsqu'ils seront desséchés, ne sont d'ailleurs que le petit côté de la question.

Ce qui fait du desséchement du Zuiderzée une question d'intérêt national, c'est que cette opération augmentera d'un dixième la superficie du royaume des Pays-Bas et lui donnera une nouvelle province, sans empiéter sur le territoire des États voisins, et que cette province, dotée de canaux et de voies de communication, ne tardera pas à se couvrir de villages et de villes importantes. En même temps la navigation intérieure sera améliorée par la création de quatre grands canaux; des chemins de fer qui pourront être établis à peu de frais sur les routes en ligne droite tracées sur le sol du Zuiderzée desséché, permettront l'échange rapide des produits de la Hollande septentrionale, de la province d'Utrecht, de celle d'Overijssel et des autres provinces du Nord, et contribueront à élargir le champ des échanges internationaux.

---

Nous avons pensé que les détails dans lesquels nous sommes entrés présenteraient de l'intérêt pour nos lecteurs. Nous ne finirons pas sans payer un juste tribut d'éloges à M. Beijerinck, qui a étudié ce projet gigantesque, et qui, en sachant renfermer le desséchement dans des limites raisonnables, a permis de faire admettre comme réalisable une idée qui avait été longtemps considérée comme une utopie.

Guillaume III, le roi actuel de la Hollande, est un prince distingué auquel de fortes études ont rendu familières toutes les questions qui se rattachent à l'art de l'ingénieur. Il voudra illustrer son règne par la conquête d'une province, — conquête pacifique qui, au lieu de coûter des larmes et du sang, contribuera, pour une large part, au développement du bien-être des populations de son royaume.

A. Jeunesse.

---

L'article qui précède était composé lorsque nous avons appris par les journaux hollandais que la proposition de M. Beijerinck a soulevé une opposition assez vive. Hâtons-nous d'ajouter que, loin de protester contre l'idée du desséchement, les populations riveraines demandent qu'il soit donné une extension notable à ce projet. Par les raisons détaillées dans le Mémoire de M. Beijerinck, nous croyons qu'il sera fort difficile d'obtempérer aux vœux des riverains du Zuiderzée. A. J.

---



# TRAITEMENT DES MINERAIS DE SOUFRE NATIF.

## Procédé et appareil nouveaux,

PAR M. A. AMAVET, ingénieur civil.

(Planches XXI et XXXII.)

---

Le traitement des minerais de soufre natif est une opération des plus simples théoriquement, et il est remarquable qu'en pratique cette opération se fasse si mal et qu'au milieu de la marche progressive des autres industries, celle-ci soit restée si longtemps stationnaire. Aujourd'hui encore, ce traitement s'opère, en Sicile et ailleurs, d'une façon toute primitive, je dirai même barbare, en sacrifiant une grande partie du produit et en infestant le pays environnant d'émanations nuisibles.

Les divers procédés employés pour obtenir le soufre peuvent se diviser en deux classes. La première est basée sur la fusibilité du soufre, la seconde sur sa propriété de distiller à une température inférieure au rouge naissant (1).

Nous allons examiner sommairement les inconvénients des deux méthodes et indiquer les dispositions que nous proposons pour y remédier.

La première méthode se réduit à ceci : amener la masse de minerai à la température de fusion du soufre, sans la dépasser sensiblement, et faire égoutter le soufre devenu liquide. Cette méthode présente les inconvénients suivants :

1° La difficulté d'obtenir la température de fusion sans la dépasser (le soufre ayant la propriété de perdre graduellement sa fluidité, jusqu'à devenir pâteux, à mesure que sa température s'élève au-dessus de son point de fusion).

2° Si l'on suppose, pour admettre les conditions les plus favorables, le soufre arrivé à son maximum de fluidité, une partie se sépare plus ou moins facilement de la masse du minerai, mais une autre partie mouille la gangue, pénètre ses pores, reste avec elle et, avec elle, est jetée aux résidus, ce qui constitue une perte réelle, qui est d'autant plus importante, que la quantité de gangue est elle-même plus considérable; il s'en suit que les procédés basés sur cette méthode, si bien combinés qu'on les suppose, ne sont appliquables qu'aux minerais d'une grande richesse, et que, même dans ce cas, on éprouve dans le rendement une perte assez importante.

3° Enfin, le soufre fondu en s'écoulant, entraîne mécaniquement avec lui une certaine quantité de matières étrangères qui altèrent sa pureté et obligent à le soumettre à un raffinage.

1. Nous ne parlons pas des procédés qui consistent à faire réagir de l'hydrogène sulfuré sur de l'acide sulfureux ou à traiter les minerais par le sulfure de carbone, parce que ces procédés ne nous semblent pas applicables industriellement quand il s'agit de produire de grandes quantités de soufre.

La seconde méthode, qui consiste à mettre le minerai dans des cornues d'une capacité plus ou moins grande et à chauffer ces dernières pour opérer la distillation, offre d'autres inconvénients. Quoique le soufre distille à une température de beaucoup inférieure au rouge naissant et que la quantité de chaleur absorbée par le soufre pour passer à l'état de vapeur, soit faible, en pratique on consomme, pour distiller les minerais, une quantité énorme de combustible; car le soufre conduisant mal la chaleur, il faut soumettre les cornues à la température rouge pendant un temps très-long, pour que la température de volatilisation pénètre jusqu'au centre de la masse à distiller, laquelle devient pâteuse par le mélange de la gangue avec le soufre, qui d'abord est liquide et à qui la chaleur finit par faire perdre sa fluidité. De plus, l'opération est intermittente, on est obligé d'ouvrir les cornues pour les vider et les recharger, ce qui ne peut se faire sans produire des refroidissements; il en résulte :

1° Qu'on fait une dépense de combustible beaucoup plus considérable que celle rationnellement nécessaire;

2° Qu'on a intérêt à arrêter l'opération avant que la distillation soit achevée, parce que le dégagement des vapeurs de soufre devenant de plus en plus faible, la dépense finit par dépasser la valeur du soufre qui distille vers la fin de l'opération, ce qui donne lieu à une perte très-grande dans le rendement et à des inconvénients sans nombre quand il s'agit de vider les cornues après chaque opération et de manier des matières brûlantes, contenant des quantités souvent considérables de soufre, qui s'enflamme en arrivant au contact de l'air et rend très-pénibles, pour ne pas dire impossibles, les manœuvres d'une usine.

Nous proposons d'obvier à ces inconvénients, en faisant arriver continuellement dans la cornue, sous une mince épaisseur, le minerai préalablement broyé et en faisant évacuer au fur et à mesure les résidus.

En opérant sur ces données, nous avons obtenu, dans un temps très-court, un épuisement complet du minerai à une température inférieure au rouge naissant. En résumé : économie très-importante de combustible, rendement supérieur, opération continue facile à diriger, suppression du raffinage, tels sont les avantages que réalise l'appareil que nous avons expérimenté. (Voir les planches XXXI et XXXII.)

Cet appareil se compose d'un four à réverbère rectangulaire, à fumée descendante, dans lequel nous plaçons une cornue en fonte de 4 mètres de longueur et de 1 mètre de largeur. Vers ses deux extrémités, la cornue est traversée par deux arbres horizontaux, sur lesquels sont calés des tambours prismatiques; sur ces tambours passe une toile sans fin composée de lames de fonte assemblées à charnières. Des galets fixés à la cornue supportent le poids de cette toile sans fin entre les tambours, et facilitent son mouvement dans l'intérieur de l'appareil.

Les arbres sortent de la cornue en traversant des presse-étoupes garnis de matières incombustibles et sont mis en mouvement par des pignons à l'extérieur du four.

Une trémie est disposée au-dessus de la toile sans fin à une extrémité

de l'appareil; le fond de cette trémie, dont la largeur est à peu près égale à celle de la toile (1 mètre), est fermé par une pièce disposée parallèlement aux arbres et dont la coupe transversale présente une forme étoilée. On conçoit que la rotation plus ou moins lente de cette pièce autour de son axe, permette de déverser régulièrement dans un temps donné, telle quantité qu'on voudra de la matière pulvérulente qui garnit la trémie.

Cette matière tombe à travers un conduit en fonte fixé sur la cornue, se dépose sur la toile sans fin, qui est en mouvement, et y forme une couche dont on peut à volonté faire varier l'épaisseur. Le minerai, entraîné par le mouvement de la toile, séjourne dans la cornue le temps nécessaire pour opérer la distillation; puis, la toile sans fin, en s'enroulant autour du second arbre, laisse tomber le minerai épuisé dans un conduit spécial, qui le fait sortir de la cornue et du massif du fourneau sans laisser l'air extérieur pénétrer dans l'appareil.

La vapeur de soufre s'échappe par une tubulure qui la conduit dans des chambres de condensation, où on la recueille à l'état de fleur de soufre ou à l'état de soufre liquide prêt à être coulé dans des moules.

Nous avons construit sur ces données un appareil de 2 mètres de longueur, nous l'avons fait fonctionner en l'alimentant avec du minerai provenant des mines de la Manziane (États pontificaux) et nous avons obtenu les résultats suivants :

L'appareil étant chauffé à une température inférieure au rouge naissant, et la couche de minerai déposée sur la toile ayant un centimètre d'épaisseur, il a fallu pour volatiliser la totalité du soufre contenu dans le minerai, régler la vitesse de la toile de façon à ce que la matière séjournât dans la cornue pendant 8 minutes; l'appareil, qui avait 2 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur a consommé en moyenne 6 kilogrammes de houille à l'heure; quant à la force nécessaire pour produire le mouvement, elle était très-faible : il suffisait d'un effort de 5 kilogrammes sur une manivelle de $0^m,35$ faisant de 11 à 12 tours par minute.

Nous admettons qu'un appareil de 4 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur ne dépenserait pas plus de 10 kilogrammes de houille à l'heure, soit 240 kilogrammes par 24 heures. Si on suppose que la couche déposée soit de 1 centimètre, la quantité de minerai traitée par 24 heures peut se calculer ainsi : $4 \times 1 \times 0{,}01$, ou 40 litres en 8 minutes, ce qui fait 7 mètres cubes 200 litres, ou environ 9,000 kilogrammes en 24 heures. Un chauffeur et son aide suffisent pour entretenir le feu, surveiller l'opération et enlever le minerai épuisé.

L'emploi de cet appareil, dont la marche nous est démontrée, doit réaliser des économies très-importantes dans le traitement des minerais riches et permettre de traiter avantageusement des minerais pauvres dont actuellement on ne peut tirer qu'un médiocre parti, et d'autres plus pauvres encore qui, par les procédés actuels, ne sauraient être utilisés.

A. AMAVET.

---



# AMÉLIORATIONS

PROPOSÉES DANS

# LE PUDDLAGE ET LE LAMINAGE DU FER.

2e article.

INSTALLATION DE RACHECOURT. — BEALE A ROTHERHAM
THAMES IRON WORKS. — BUTTERLEY ET Cie. — PROCÉDÉS HENVAUX

Par M. **AUSCHER**, ingénieur civil.

---

La description précédente[1] fait voir qu'outre les cylindres verticaux ajoutés aux cylindres à tôles, l'auteur croit avec certitude que les cylindres à brâmes peuvent pendant la même chaude corroyer les paquets qui sont ensuite livrés aux finisseurs. Les cylindres à brâmes sont à bascules. Ils sont pourvus du serrage à coin décrit précédemment. Ils fonctionnent de la même manière que ceux qui achèvent les tôles, et peuvent produire depuis la feuille à fer-blanc jusqu'aux plus fortes dimensions employées.

Disposition des trains a tôles. — Écartement de 5 à 6 mètres. Chacun se compose de trois cages, dont deux à triples cylindres avec laminage vertical et un à triples cylindres à brâmes pour desservir les deux autres.

On défourne deux paquets à la fois pour les deux cages de cylindres à brâmes, et les produits s'achèvent aux cages de cylindres à tôles. De cette manière, deux cages à brâmes pourraient desservir quatre cages de cylindres à tôles et doubler la production en réduisant considérablement la durée du défournement; cette dernière observation est d'autant plus importante que le déchet au four varie beaucoup selon le temps employé à défourner : la consommation du charbon est évidemment ramenée au minimum si ce temps est réduit.

Tôles de chaudières, ancienne méthode. — Dans l'ancienne méthode, les usines se servaient de brâmes battues au marteau lorsqu'elles voulaient faire des tôles de chaudières, et pour fabriquer celles du commerce on découpait les brâmes en bidons aux longueurs nécessaires. Le nombre de chaudes augmentait avec le poids et la dimension. Pour obtenir une chaude de 100 kilog., on se sert forcément d'une brâme de 125 kilog., en comptant sur 10 p. 100 de déchet au four. Les 112k 1/2 restant, en défalquant cette perte, donnent donc 100 kilog. tôle et 12k 1/2 rognures.

La brâme de 140 kilog. était formée d'un paquet de 125 kilog. en comptant toujours sur un déchet égal pour chaque chaude. Aussi les

1. N° 4, avril 1866.

brâmes en deux chaudes, par conséquent plus lourdes, réclament-elles pour leur fabrication des paquets pesant au moins 150 kilog.

TÔLES DE COMMERCE. TÔLES FINES. — *Découpage des brâmes* et des fers corroyés en bidons provenant des paquets formés de 5 ou 6 barres de métal ébauché.

On retire 117 kilog. de bidon.
3 p. 100 de bouts de cisaille.
4 kilog. de bouts.

*Chauffage au four à tôle.*

On retire 100 kilog. tôle.
3 p 100 déchet.
14 kilog. rognures.

A ces déchets déjà nombreux, il faut ajouter ceux provenant des barres à bidons trop courts, résultant de ce que les paquets n'ont pu être ou n'ont pas été rigoureusement calculés pour un nombre exact de ces bidons : et comme ils ne sont pas de la dimension nécessaire, on les utilise dans les paquets à fer ébauché.

*Le fabricant*, dit M. Henvaux, *se trompe lorsqu'il croit que ses brâmes et ses bidons sont corroyés une seconde fois lors de leur réchauffage et laminage en tôles*. La première chaude en paquets sert seule à purifier le fer. *Elle le pétrit au blanc soudant sous le marteau et sous les cylindres. Elle exprime le laitier tout en le ramenant à la longueur voulue, tandis que la deuxième chaude des fours dormants est trop modérée pour produire un pareil effet, et ne peut servir qu'au laminage des tôles*. En résumé, les brâmes et bidons ont bien été corroyés, mais les tôles de la deuxième chaude ne sont pas supérieures en qualité au fer qui serait d'abord ébauché, *puis en une seule chaude converti en brâmes, bidons et tôles*. Ce fer ébauché est lui-même éprouvé, et il est obtenu *sans morceaux*, car on sait directement qu'il sert aux tôles; il est choisi *ad hoc*, tandis qu'anciennement, pour les brâmes du marteau, tout fer était bon à confectionner les *paquets*.

Le choix du métal dans la composition de ces derniers a, d'ailleurs, une grande importance selon les produits à obtenir; et le corroyé seul formant paquet, fera des brâmes battues de qualités d'autant meilleures, que la conversion en tôle constituera un véritable corroyage plus répété.

On peut encore former les paquets de *couvertes* en corroyé, et le reste en métal de choix; mais il faut les faire d'un poids suffisant pour obtenir des tôles au lieu d'en retirer des barres à bidons de 5 à 6 mètres. En principe, on formerait donc des paquets du poids d'un seul bidon qu'on pétrirait et corroierait à l'épaisseur voulue pour les finir *avec la même chaleur* aux cylindres à tôles. La mise aux dimensions voulues se ferait dans les fours dormants comme dans le système ordinaire.

Pour les grandes tôles (chaudières de machines), il est aisé de faire les paquets suffisants pour les passer aux cylindres à brâmes, les y corroyer et en deux ou quatre passes mettre aux dimensions voulues, puis enfin les

finir aux laminoirs à tôles. L'épaisseur doit être telle que ce nombre de passes puisse suffire.

Ancienne méthode. — Fabrication d'une barre de fer corroyé pour bidons. Découpage en bidons à la même chaude.

Ces bidons sont employés indifféremment à la production des tôles fines et des tôles de commerce.

Enfournage aux fours dormants; ces bidons reprennent la chaleur qu'on leur a laissé perdre sur le carreau de l'usine lors du découpage.

*La nouvelle méthode réside donc autant dans la composition judicieuse et nouvelle des paquets que dans le système de trains et les autres dispositions décrites ci-dessus.*

D'une manière générale, un avantage qui peut résulter pour les usines de ce nouveau système de fabrication consiste dans la conservation et la durée du matériel. Les cylindres sont moins exposés à la rupture lorsqu'ils pressent les paquets que pour les brâmes. Il y a en effet, dans ce cas, pression plus forte au milieu des cylindres qu'à leurs extrémités. Les paquets, au contraire, permettent de travailler à une pression égale sur toute la longueur des cylindres.

### Tôles a clous en fer ébauché.

| | |
|---|---|
| *Ancienne méthode.* — Emploi de loupes battues de. . | 30 à 60 kilog. |
| Épaisseur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,06 à 0,07. |
| Chauffage avec déchet de laminage en tôles. . . . . | 10 p. 100. |
| Rognures, en raison de l'écrasement sur les côtés. . | 25 p. 100. |

*Nouvelle méthode.* — Paquet formé de 4 à 5 barres de fer échauffé. *Chauffage* avec déchet moindre. *Laminage d'une tôle corroyée sans rognures*, ou au moins avec un chiffre égal à celui des déchets des tôles du commerce.

Le paquet pour tôle est aussi plus facile à chauffer que le paquet pour brâmes, parce qu'il est plus régulier, moins haut et a moins de soudures. Si un paquet ainsi fait était mal chauffé ou brûlé, il suffirait d'en faire des bidons au lieu de l'achever directement dans la même chaude.

En principe, M. Henvaux est d'avis que les martelages sont plus longs et sont moins sûrs lorsqu'il s'agit d'opérer de bonnes soudures, que *les laminages*. Ces derniers prennent peu de temps; il suffit, en effet, de deux secondes pour souder dans toute sa longueur et à la pression convenable toutes les parties d'un paquet. *Le laitier fluide*, dit-il, est exprimé d'un coup lorsque le marteau, n'agissant que sur une place à la fois, le laitier se fige à l'intérieur du paquet et ne peut plus sortir. Il ne peut être facilement éliminé que lorsqu'il est liquide et le métal étant encore à la température du blanc soudant.

La promptitude d'action du laminoir, en faisant l'épuration dans bien moins de temps qu'il n'en faut au fer pour se refroidir, assurerait donc l'épuration la plus complète : l'action mécanique du laminage développe d'ailleurs elle-même de la chaleur qui n'est pas sans action sur la sortie

des laitiers liquides : cependant les plaques noires que l'on trouve dans les barres étirées aux *places mal soudées* sont souvent dues à l'action latérale du laminoir emprisonnant des parties de laitier plus facilement que le marteau qui travaille dans tous les sens, ou ces dessoudages sont le résultat d'une mauvaise chaude ou bien de paquets employés avec interposition au centre d'oxyde qui n'a pas pu s'échapper. En résumé, quoique nous ne partagions pas d'une manière absolue les idées de M. Henvaux sur la supériorité complète du laminoir sur le marteau lorsqu'il s'agit de fabriquer les fers épurés, nous croyons que sa méthode nouvelle de production des tôles est appelée à jouer un rôle important dans l'industrie du fer.

Il n'est pas probable que l'ancien système à brâmes puisse lutter avec cette fabrication. La qualité des tôles sera peut-être supérieure tout en coûtant 30 à 35 francs de moins pour 1,000 kilogrammes. Les triples cylindres à brâmes avec laminage vertical donneront des tôles sans rognures en augmentant la production et réduisant dans une certaine proportion le déchet du fer et la consommation du combustible.

Il nous reste à dire quelques mots sur les nouveaux modèles de *fers corroyés à bourrelets* pour les *rails et poutrelles* permettant le laminage à plat des paquets. Les bourrelets aux rails sont ici d'une seule pièce et on économise une certaine partie du fer corroyé qu'exige l'ancienne composition des paquets. Ces barres sont faites en fer ébauché comme les corroyés ordinaires, mais chaque rail ou poutrelle demande une dimension spéciale. La pression à plat a des avantages marqués sur le laminage sur champ. Le laitier du paquet est mieux exprimé ; le nerf est plus dense. les issues par où s'échappent les scories intérieures ne sont pas refermées; on n'a pas à percer des sorties après coup par un laminage à plat succédant à l'étirage à chaud sur champ, en empêchant le fer trop froid de se ressouder.

*Composition des paquets.*

| | |
|---|---|
| RAILS. — Minden. — 2 barres fer corroyé à bourrelets, soit | 25 3/4 p. % |
| 8 barres fer ébauché. | |
| — anciennement . . . . . . . | 35 p. %. |
| Nord. — 2 barres à bourrelets, soit. . . . . . | 24 p. %. |
| 2 bourrelets, 10 barres ébauchées. | |
| Versailles. — 1 barre corroyée, soit. . . . . . | 13 p. %. |
| 1 bourrelet, 9 barres ébauchées. | |
| Dans le laminé sur champ, la proportion est. | 19 p. %. |
| POUTRELLES de 0,100. — Proportion de corroyé. . . . | 25 3/4 p. %. |
| A 0,300 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 3/4 p. %. |

*Cylindres ébaucheurs avec cannelure fendeuse.*

*Ancienne méthode.* — Fabrication des petits fers ronds, carrés, plats.

1° Formation de bidons en fer corroyé de 0,40, obtenus avec des paquets de 4 à 5 barres de fer ébauché.

Ces bidons reviennent à 40 fr. plus cher les 1,000 kilog. que le fer ébauché.

*Nouvelle méthode.* — Paquets spéciaux formés de 5 barres fer ébauché de $\frac{0,050}{0,012}$; chauffage au blanc soudant; corroyage aux cannelures; achèvement *à la même chaude aux finisseuses* en plats, ronds ou carrés.

Cette fabrication est onéreuse : le défournement est lent, et, par suite, le déchet et la consommation du charbon sont considérables, en même temps que la production est restreinte. Les conditions sont d'autant plus mauvaises que les dimensions des barres $\frac{0,05}{0,07}$, sur 0,06 sont plus réduites. Les cylindres dégrossisseurs qui travaillent les loupes cinglées pour les amener à la cannelure finisseuse opèrent lentement à cause des faibles pressions et du nombre considérable de cannelures à passer. De là l'idée nouvelle des cylindres ébaucheurs à cannelure fendeuse permettant d'obtenir toutes les largeurs voulues de 0,05 à 0,13. Dans ce système on a, d'après l'inventeur : pour 0,180 épaisseur, deux largeurs, $\frac{0,05}{0,13}$, jusqu'à $\frac{0,09}{0,09}$. En tout, 18 dimensions différentes.

Les taillants sont formés de bagues en aciers fixées sur les collets extérieurs comme des cisailles circulaires. Ils s'emboitent de 0,002 à 0,003. La barre principale faite aux cylindres fournit, au même train, toutes les largeurs demandées, car il suffit de placer des guides à la distance voulue du collet extérieur. Ces barres faites à la cannelure fendeuse ont un côté en fer vif sans criques, ce qui les rend plus propres aux fers à bourrelets pour la composition des paquets. Ces derniers peuvent, par cette addition, être aussi beaux d'aspect que s'ils étaient formés en corroyés. Cette cannelure fendeuse paraît à M. Henvaux préférable à une fenderie à deux taillants aux largeurs nécessaires ou à une cisaille *circulaire*.

En résumé, et ici nous rappelons en quelques mots la base de ces nouvelles méthodes, un laborieux chercheur, *dont la vie entière s'est passée à l'étude pratique des questions examinées ci-dessus*, propose les dispositions suivantes dans les usines qui travaillent le fer :

1° Un nouveau système de cylindres fabriquant tous les fers à une cage sans dégrossisseurs séparés en se servant directement des paquets travaillés en une seule chaude ;

2° Des trains à tôles à triples cylindres avec serrage à coins, triples cylindres à brâmes et laminoirs verticaux pour produire des tôles sans rognures, en utilisant en une chaude les paquets. Production d'épaisseurs variables depuis les fortes épaisseurs jusqu'aux faibles, pouvant être augmentée, les déchets et la consommation du combustible diminués;

3° De nouveaux modèles de fers corroyés à bourrelets pour rails et poutrelles. Laminage à plat au lieu du travail sur champ. Bourrelets d'une seule pièce aux rails avec corroyage plus complet, tout en employant une proportion plus faible de fers corroyés;

4° Cylindres ébaucheurs à cannelure fendeuse servant à produire toutes les largeurs de 0,050 à 0,130, nécessaires pour fers marchands des petits trains;

5° Système spécial de finage et puddlage réunis produisant plus, diminuant la consommation du charbon et améliorant la qualité du métal.

Les procédés nouveaux décrits ci-dessus indiquent une tendance vers des améliorations sérieuses dans les forges : ils auront pour conséquence une réduction sensible de la place occupée par le matériel et une diminution dans les frais généraux. Ils ne constituent pas un changement radical dans l'industrie du fer, et cette considération les fera peut-être adopter par des maîtres de forge désireux de perfectionner leur fabrication, mais qui ne seraient pas assez hardis pour opérer des transformations complètes.

---

Pour terminer cette étude, nous devons dire quelques mots de l'excellente voie dans laquelle sont entrées certaines usines anglaises pour quelques produits spéciaux.

Les ateliers (Thames Ironworks) fabriquent au marteau les plaques de blindage avec des échantillons de choix formés en paquet, réchauffés, laminés et coupés en morceaux d'égale longueur.

Ces nouveaux produits sont convertis en barres et finalement laminés en plaques de 0,06 d'épaisseur. Chaque plaque pèse 4 à 5 quintaux. Le martelage au pilon réduit ces plaques au nombre de 4 ou 5 en une masse compacte et homogène qui est réchauffée, unie et dressée. La juxtaposition, réchauffage et travail au marteau arrivent à former une pièce parfaitement soudée dont le poids n'est pas moindre de 150 kilog. Il ne semble pas, avec des engins suffisamment puissants, des marteaux pesant de 9 à 10,000 kilog. qu'il y ait une limite à la largeur ou à l'épaisseur des plaques de blindage. Les quelques lignes que nous consacrons à décrire ce procédé ont surtout pour but de montrer tout le parti que certaines usines anglaises semblent tirer du marteau pilon pour des dimensions considérables et des pièces lourdes. Il nous a semblé aussi que ce genre de travail peut être mis en parallèle avec les modifications Henvaux.

Là où l'on peut se servir de gros blocs et de masses énormes à travailler, les réchauffages successifs sont un avantage à la seule condition de ne pas dépasser une certaine limite dans leur nombre, car il est évident que si le fer s'améliore par des façonnages répétés, il se détériore aussi lorsque ces opérations se renouvellent un trop grand nombre de fois. Il paraît aussi que lorsque l'on se sert des marteaux pour réunir les portions de métal soudé, on préfère dans beaucoup de circonstances l'ancien marteau de forge à celui à vapeur, à cause de l'égalité et de la régularité des coups. On dirige bien et à volonté la marche du pilon, et on peut produire, avec une certaine précision, un choc déterminé; mais l'ouvrier réussit moins aisément lorsqu'il s'agit de donner une série de coups parfaitement égaux. Les ateliers cités plus haut ne procèdent plus autre-

ment que par martelage, sauf les deux ou trois passes aux cylindres qui sont exécutées de manière à ce qu'on puisse renverser leur mouvement. Il est, en effet, d'une certaine importance de n'avoir pas à soulever les plaques au-dessus des cages. Il conviendrait alors de créer des dispositifs spéciaux d'appareils de levage, comme quelques usines françaises ont cru devoir le faire. Le fer est désigné sous la dénomination de deux fois, trois fois bon selon le nombre de façonnages qu'il a subis. Chaque passe au laminoir ne dure guère plus de 70 secondes.

LÉON AUSCHER, Ingénieur.

(*La suite au prochain numéro.*)

---

## GÉNÉRALITÉS

# SUR L'ÉTABLISSEMENT D'UNE PAPETERIE

### et prix de revient de la fabrication du papier,

PAR M. A. **PROUTEAUX**,

Ingénieur civil, Directeur d'une papeterie.

---

L'installation d'une papeterie exige une étude approfondie des questions suivantes :

1° L'usine à créer doit-elle être près d'une grande ville? d'une ville de moyenne importance? dans un village? ou éloignée de toute habitation?

2° Emploiera-t-on l'eau comme force motrice?

3° L'eau qui doit servir aux lavages des pâtes, ne renferme-t-elle pas des matières en suspension nuisibles pour les qualités du papier que l'on se propose de fabriquer?

4° L'eau étant plus ou moins impure, et le terrain permettant l'emploi d'eaux artésiennes, fera-t-on la dépense du forage?

5° L'emploi d'un bassin-filtre ne serait-il pas plus avantageux?

6° La chute d'eau est-elle suffisante pour faire marcher l'ensemble de la transmission?

7° Le cours d'eau est-il sujet à des crues ou à des sécheresses? Combien de jours de chômage peut-il en résulter pendant l'année?

8° Quel moteur hydraulique choisira-t-on? Turbine ou roue?

9° La chute d'eau étant insuffisante pour toute la transmission, sera-t-il plus avantageux d'acheter une chute voisine et d'y établir un atelier de défilage, que d'installer une machine à vapeur permanente dans l'usine même?

10° Quelles sont les voies de communication dont on peut disposer

pour l'aller et pour le retour des marchandises? routes, canaux, chemins de fer. Études comparatives des tarifs, des frais divers pour chacune de ces voies. Quelles sortes de marchandises fera-t-on transporter par chacune d'elles?

11° Quels seront les frais de transport par 100 kilog. pour chacune des matières premières, et pour l'envoi des papiers fabriqués au magasin de dépôt?

12° Emploiera-t-on les chiffons des localités voisines, ou les fera-t-on venir des centres d'approvisionnements éloignés?

13° Prix de la main-d'œuvre dans la localité, plus-value estimative au bout d'un laps de temps?

14° Y aurait-il avantage à établir un atelier de délissage dans une ville voisine plutôt que dans l'usine même?

15° Blanchira-t-on au chlore liquide ou au chlore gazeux?

*La construction proprement dite peut être appréciée de la manière suivante.*

1° Prix des matériaux de construction :

1. Pierres, briques, ardoises, tuiles.
2. Chaux, sable, ciment.
3. Bois, fer, zinc, plomb.
4. Peinture, vitrerie.

2° Quelle nature de matériaux choisira-t-on pour les différentes parties des bâtiments?

3° Dépense estimative des constructions.

4° Achat du matériel.

5° Frais de transport et de pose.

6° Le plan d'ensemble permet-il facilement l'addition d'une seconde et d'une troisième machine?

7° La disposition générale des manutentions est-elle méthodique? Les matières parcourent-elles le minimum de chemin possible, — ou un chemin plus long, conséquence d'une position fixe, est-il compensé par des avantages particuliers?

8° A combien reviendront les réparations, pour chaque série de prix, des travaux de construction et de matériel?

9° Estimation des dépenses à faire pendant les deux premières années qui suivront celle de la mise en exploitation de l'usine.

10° Quels sont les pièces ou appareils de rechange que l'on doit avoir en magasin pour éviter un chômage?

11° Est-on limité par un capital fixe qu'on ne doit pas dépasser?

12° N'y aurait-il pas un grand avantage à faire immédiatement certains travaux de fondation ou travaux hydrauliques en vue d'un agrandissement ultérieur de l'usine?

*Considérations générales.*

L'ingénieur chargé de faire le projet d'une papeterie ne saurait trop apporter de soin à l'étude de la disposition d'ensemble des bâtiments. Bien qu'il soit impossible de donner des règles fixes pour un travail de



cette nature où les éléments varient en chaque lieu, nous allons essayer de jeter quelque jour sur cette question, en groupant les différentes observations que nous avons pu recueillir, et en appréciant les qualités et les défauts des dispositions qui sont considérées comme les meilleures.

Les bâtiments d'une papeterie peuvent se classer en deux groupes :

1° Les bâtiments principaux, renfermant les moteurs, la transmission, les pompes, les cylindres, les appareils servant à couper, bluter, lessiver les chiffons; la chiffonnerie comprenant les chiffons bruts et les chiffons délissés; la machine à papier, la salle d'apprêt.

2° Les bâtiments secondaires pour les chambres de blanchiment, les générateurs de vapeur, les caisses de dépôt de pâte, les ateliers de réparation, les bureaux, etc., etc.

Les bâtiments de la première série se composent quelquefois d'un seul édifice rectangulaire d'un développement en rapport avec le travail que l'on se propose de faire. Nous préférons de beaucoup un second bâtiment annexe et perpendiculaire au premier pour la salle de la machine à papier et la salle d'apprêt.

En partant de ce principe, la répartition des différents services aurait lieu de la manière suivante :

1° Bâtiment principal.

Au rez-de-chaussée : transmission, moteurs (cas de machine à vapeur), pompes, caisses de dépôt de pâte. On pourrait également faire en demi sous-sol des magasins de dépôt de pâte si la position topographique permettait l'écoulement des eaux.

Au premier étage : piles défileuses, blanchisseuses, raffineuses, appareils de lessivage, préparation de la colle, dépôt de pâte, etc.

Au second étage : atelier de délissage, magasin des chiffons délissés, blutoir, réservoir d'eau, etc.

Combles : magasin des chiffons bruts.

2° Bâtiment annexe.

Rez-de-chaussée : salle de la machine à papier; parallèlement ou bien à la suite, salle d'apprêt des papiers ordinaires, emballage, etc.

Au premier étage : satineuses, calandres, apprêtages de papiers fins; ce premier étage n'existant pas au-dessus de la salle proprement dite de la machine.

Dans le cas d'une papeterie à deux machines, les deux salles des machines perpendiculaires au bâtiment principal peuvent être reliées par un corps de bâtiment servant à l'apprêt au premier étage et au rez-de-chaussée comme magasin des fournitures générales de l'usine.

Il existe plusieurs papeteries où les deux machines se trouvent dans la même salle et placées vis-à-vis l'une de l'autre.

Cette disposition ne nous semble pas justifiée.

Chaque machine devant avoir son personnel distinct, il n'y a point économie dans la main-d'œuvre, et cette sorte de solidarité peut être fatale au travail de l'usine en cas de réparation ou d'accident.

Il est indispensable pour assurer la régularité de la fabrication que chaque machine ait un moteur spécial, turbine ou machine à vapeur, de

manière que le changement de vitesse de la première n'influe pas sur la seconde et réciproquement.

Ce serait donc une faute de prendre le mouvement d'une machine à papier sur la transmission des cylindres, des lessiveuses, ou des autres appareils sujets à des variations continuelles de vitesse.

Les châssis des fenêtres de la salle de la machine doivent être en fer, recouverts d'une double couche de peinture au minium et à la céruse. Le bois travaille trop par suite des alternatives de sécheresse et d'humidité chaude auquel il est soumis. Il se pourrit en peu de temps, laisse écouler une liqueur noirâtre, produite par l'action de la vapeur sur le principe colorant du ligneux, et salit les carreaux.

La salle de la machine doit être claire, aérée et pourvue d'une cheminée de ventilation pour aspirer les vapeurs qui se dégagent de la batterie sécheuse. Le sol doit avoir une pente telle que l'écoulement des eaux de lavage se fasse rapidement.

Presque toutes les anciennes salles des machines à papier sont de dimensions trop restreintes en longueur surtout; plusieurs même ne permettent pas l'installation d'une coupeuse à la suite des dévidoirs. Pour les grandes machines, une longueur de 45 mètres doit être regardée comme une bonne moyenne.

Pour donner au bâtiment principal une grande solidité on peut augmenter de distance en distance l'épaisseur des murs; ces sortes de contre-forts servent à donner à l'ensemble du bâtiment un cachet décoratif. Les points d'appui principaux étant renforcés, l'intervalle peut n'avoir qu'une épaisseur très-réduite.

Dans les localités où la maçonnerie est coûteuse, il peut y avoir avantage à employer la fonte et le fer pour supporter la transmission, le plancher des cylindres, des lessiveuses, etc. Généralement il convient d'adopter des voûtes très-épaisses pour que les vibrations n'altèrent pas la solidité de l'édifice.

Les générateurs de vapeur sont ou à l'intérieur ou à l'extérieur (ce dernier cas est bien préférable) du bâtiment principal.

Aujourd'hui que l'on est mieux éclairé sur la facilité du transport de la vapeur à distance, en entourant les tuyaux de matières non conductrices, on place les chaudières et la cheminée à une assez grande distance pour éviter les chances d'incendie ou un désastre en cas d'explosion d'un des bouilleurs.

Une mesure simple de précaution à prendre pour diminuer les chances d'incendie, c'est de faire poser des tuyaux de vapeur dans toutes les pièces contenant des matières combustibles ou inflammables. Il a été reconnu par plusieurs expériences que la vapeur, dans un endroit fermé, éteignait le feu presque instantanément. Les tuyaux en fer creux étirés se trouvant à bon compte dans le commerce depuis quelques années, une installation de cette nature exige peu de frais.

Nous préférons de beaucoup les ateliers de chiffons à la partie la plus élevée de l'usine; le renouvellement de l'air se fait mieux, le jour est plus abondant. Nous connaissons cependant des papeteries où la chiffonnerie

est au rez-de-chaussée. Cela oblige à un développement de bâtiment en superficie dont on ne pourrait pas, d'ailleurs, disposer en beaucoup de cas.

Les chiffons empilés en gros tas, surtout s'ils sont humides, s'échauffant rapidement, on est obligé de les changer de place assez fréquemment. Pour éviter cette manutention, on doit réduire la profondeur des cases de dépôt et les munir au besoin d'une cheminée en tôle percée de trous servant à établir une sorte de ventilation ou d'aérage.

Les logements du directeur et des employés doivent être isolés de l'usine.

Une papeterie éloignée d'une ville doit avoir un atelier de réparation outillé en rapport avec ses besoins. Près d'un centre de population, au contraire, où les ateliers de constructions sont bien montés, cette dépense est moins nécessaire. C'est donc à la sagacité de l'ingénieur ou du chef de l'établissement de décider sur cette question, au point de vue de l'économie d'installation ou des frais de réparation ou d'entretien pendant l'exploitation.

### *Prix de revient de la fabrication du papier.*

Le prix de revient de la fabrication du papier est, comme tout produit industriel, éminemment variable pour une même usine et à plus forte raison si l'on compare l'ensemble des industries similaires d'un pays.

Les causes principales qui l'affectent sont :

1° Le prix des matières premières rendues à l'usine.

2° La main-d'œuvre.

3° Le rendement des moteurs et des diverses machines-outils.

4° Les frais généraux de l'usine.

5° La direction générale du travail, ou l'intelligence et l'habileté du chef et de ses employés.

Entrons dans quelques développements sur ces différents points.

L'on sait qu'outre les chiffons, les matières premières employées en papeterie sont nombreuses. Il est donc essentiel, lors de l'installation d'une usine, d'avoir étudié attentivement les ressources du pays, au point de vue surtout du combustible et des produits chimiques nécessaires au lessivage et au blanchiment.

Les papeteries anglaises sont dans d'excellentes conditions pour ces dernières matières. En France, au contraire, et surtout dans les localités où les voies de transport sont primitives, la houille et les produits chimiques sont coûteux; comme compensation les chiffons sont meilleurs et à plus bas prix.

Dans une papeterie éloignée de tout centre de population, la main-d'œuvre est généralement à bas prix; souvent aussi elle est mauvaise et d'un remplacement difficile.

On ne doit donc pas entendre par prix de la main-d'œuvre le salaire brut d'une journée d'ouvrier, mais bien la somme de travail obtenue par un nombre de francs fixe.

Cette question de main-d'œuvre est donc essentiellement complexe. Presque toujours un faible salaire des ouvriers se traduit par travail commun ou médiocre, dépense plus considérable de matières premières par unité de produit fabriqué, peu d'attachement à l'usine.

Lorsque l'on importe une industrie nouvelle dans un pays, il faut donc compter pendant quelques années avoir un prix de revient plus élevé que par la suite de l'exploitation.

Il est de toute évidence que le rendement des moteurs et des machines-outils fait varier le prix de revient dans des limites quelquefois assez étendues. Si l'on fait usage de la vapeur comme force motrice, l'économie directe sera du charbon.

Les différentes machines, telles que coupe-chiffons, blutoir, lessiveuses, cylindres, machines, etc., sont loin d'être toutes aussi perfectionnées et aussi économiques ; par suite, variation dans les dépenses de la fabrication soit directement en argent, soit en augmentation de temps pour effectuer le même travail.

L'importance des frais généraux dans certaines usines n'étant pas en rapport avec le développement de la fabrication, il en résulte, quelque parfait que soit le travail, des bénéfices presque nuls, quelquefois même négatifs.

Il est donc de la plus haute importance pour un fabricant, d'avoir toujours sous la main tous les éléments nécessaires pour déterminer le prix de revient de chaque sorte de papier fabriqué, et de constater à chaque inventaire la valeur relative de chaque chapitre. C'est par là, seulement, qu'il parviendra réellement à améliorer l'ensemble de sa fabrication[1].

M. Payen, d'après des renseignements qui lui ont été communiqués par une papeterie des Vosges, possédant deux machines d'une production moyenne de 1,350 kilog. par jour, établit le prix de revient suivant :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chiffons | blancs | 48 0/0 | 201,500 fr. |
| | demi-blancs | 24 0/0 | |
| | couleurs | 14 0/0 | |
| Main-d'œuvre | | | 43,200 |
| Intérêts (700,000 fr. capital) | | | 35,000 |
| Lessivage et blanchiment | | | 30,350 |
| Chauffage | | | 15,500 |
| Collage et alun | | | 23,850 |
| Flôtres et toiles métalliques | | | 13,500 |
| Couleurs et produits chimiques | | | 6,400 |
| Cuirs et courroies | | | 1,350 |
| Éclairage | | | 3,900 |
| Emballage | | | 3,100 |
| Entretien, réparations | | | 6,200 |
| *A reporter* | | | 383,850 |

1. Voir l'article et le modèle de comptabilité, publiés dans les *Annales du Génie civil*, 3e année, page 314 pour le texte, et planche XII pour le tracé graphique.



| | |
|---|---|
| *Report* | 383,850 |
| Gestion et employés | 13,900 |
| Commissions | 10,200 |
| Menus frais | 1,750 |
| Voyages | 3,100 |
| Graissage des machines | 1,100 |
| Transports | 25,200 |
| Total des dépenses | 439,100 |

Admettant 360 jours de travail dans l'année et une production moyenne de 1,350 kilog. de papier par 24 heures, nous arrivons à 486,000 kilog. de papier par année, soit 90 fr. p. 100.

Une papeterie mécanique marchant jour et nuit et produisant de 1,800 à 2,000 kilog. de papier par jour (machine de 2 mètres de large) exige le personnel suivant :

1 directeur,
1 comptable,
2 contre-maîtres,
2 conducteurs de machine,
2 gouverneurs des raffineuses,
2 sous-gouverneurs, id.
2 gouverneurs des défileuses,
2 sous-gouverneurs, id.
2 lessiveurs,
2 colleurs,
4 guetteurs (enfants pour surveiller la machine),
2 ouvriers aux pâtes,
1 coupeur,
1 sallerant,
1 piqueur de chiffons,
1 bluteur,
6 manœuvres,
2 chauffeurs,
1 graisseur,
1 menuisier,
1 forgeron ajusteur,
1 voiturier.

Pour que le chiffon soit bien trié, il faut de 50 à 60 ouvrières à la chiffonnerie.

Le personnel de la salle d'apprêt est très-variable suivant la qualité des papiers que l'on fabrique ; quelques femmes suffisent pour les papiers qui sont mis en rames au sortir de la machine. Si, au contraire, on travaille en papiers superfins minces, satinés ou glacés, le nombre des ouvrières et ouvriers de la salle d'apprêt peut s'élever de 40 à 50 et même au delà.

Pour une papeterie de cette importance on doit donc considérer une moyenne de 100 ouvriers et ouvrières comme un minimum. Dans quelques usines, ce nombre dépasse 250.

*Personnel d'une papeterie à la main de 4 cuves avec presse hydraulique (matériel perfectionné).*

1 contre-maître de l'atelier des cuves,
4 ouvreurs,
4 coucheurs,
2 manœuvres,
1 contre-maître des chiffons et de la salle d'apprêt,



4 leveurs,
4 aides leveurs (enfants),
2 presseurs aidés par les leveurs,
2 échangeuses,
1 gouverneur des cylindres,
1 bluteur,
1 colleur,
8 délisseuses,
2 étendeuses,
20 ouvrières pour les travaux du collage et de l'apprêtage, comptage, etc.,
2 lisseuses ou satineuses,
6 aides lisseuses (enfants).

---

*Prix des appareils employés en papeterie.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Machine à papier, suivant la grandeur de. . . . . . | 20,000 à | 40,000 | fr. |
| Machine à fabriquer le carton, moyenne grandeur. | 25,000 | 30,000 | |
| Machine à papier avec appareil propre au collage animal. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 60,000 | 80,000 | |
| Cylindres défileurs ou raffineurs. . . . . . . . . . . | 1,800 | 2,500 | |
| Épurateur à double table d'épuration. . . . . . . . | 3,000 | 4,000 | |
| Lessiveurs rotatifs de 300 à 400 kil. . . . . . . . | 3,400 | 3,600 | |
| — 500 . . . . . . . | 3,800 | » | |
| — 800 1,000 . . . . . . . | 5,500 | 6,000 | |
| — 1,200 1,500 . . . . . . . | 6,500 | 7,500 | |
| Blutoir conique de $3^m,25$ de longueur et sa transmission. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,000 | » | |
| Loup briseur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,500 | 2,000 | |
| Raffineuse centrifuge. . . . . . . . . . . . . . . | 5,000 | 6,000 | |
| Machine à retailler sur place les lames des cylindres et les platines. . . . . . . . . . . . . . . | 350 | 500 | |
| Appareil pneumatique. . . . . . . . . . . . . . . | 600 | 800 | |
| Guide-toile pour machine à papier. . . . . . . . . | 125 | » | |
| Appareil Devilaine pour fabriquer la pâte de bois. | 5,000 | » | |
| Appareil Vœlter pour fabriquer la pâte de bois. . . | 10,500 | » | |
| Laminoir à ressort. . . . . . . . . . . . . . . . | 2,800 | 3,500 | |
| Machine à calandrer. . . . . . . . . . . . . . . . | 2,000 | » | |
| Machine à faire les enveloppes. . . . . . . . . . . | 2,400 | 3,000 | |
| Machine à défiler les chiffons de laine. . . . . . . . | 2,000 | 2,800 | |
| Presse hydraulique en fer et fonte; diamètre du gros piston $0^m,250$, puissance 300,000 kilog., pompe double d'injection. . . . . . . . . . . . . | 2,200 | 2,400 | |
| Lames pour cylindres et pour platines. . . . . . . | 160 | 190 | °/₀ |
| Lames pour coupeuses. . . . . . . . . . . . . . . | 350 | 500 | |
| Lames pour coupe-chiffons. . . . . . . . . . . . . | 200 | 350 | |
| Couteaux circulaires, la pièce, de. . . . . . . . . . | 3 | 6 | fr. |
| Coupeuses mécaniques, largeur $1^m,20$. . . . . . . | 2,400 | 2,600 | |
| — — — $1^m,40$. . . . . . . | 2,600 | 2,700 | |
| — — — $1^m,50$. . . . . . . | 3,000 | 3,200 | |
| — — — $1^m,80$. . . . . . . | 3,500 | 3,600 | |
| — — — $2^m,15$. . . . . . . | 5,000 | » | |

| | | |
|---|---|---|
| Coupeuse à main, avec banc en fonte de $0^m,55$ à $0^m,70$ de largeur. | 550 | 750 |
| Lames de coupeuses de $0^m,35$ à $0^m,50$ de largeur, la pièce de. | 30 | 40 |
| Lames de coupeuses de $0^m,60$ à $1^m,70$ de largeur, la pièce, de. | 50 | 60 |
| Lames de coupeuses de $0^m,80$ à $1^m,00$ de largeur, la pièce, de. | 70 | 90 |
| Zincs pour satinage, de. | 90 | 100 |
| Plaques en zinc, filigranées, la pièce. | 50 | 70 |
| Plaques en acier, filigranées, la pièce. | 120 | 180 |
| Briques creuses pour égoutage des pâtes $\frac{150 \times 220}{40}$ le mille. | 120 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 10 chevaux. | 1,700 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 15 chevaux. | 2,500 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 20 chevaux. | 3,000 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 25 chevaux. | 3,600 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 30 chevaux. | 4,000 | » |
| Générateurs de vapeur timbrés à 5 atmosphères, avec ou sans bouilleurs, 40 chevaux. | 5,300 | » |
| Injecteurs Giffard, 10 chevaux. | 200 | » |
| — — 20 — | 250 | » |
| — — 30 — | 300 | » |
| — — 50 — | 400 | » |
| Machines à vapeur, 10 chevaux. | 3,400 | » |
| — — 15 — | 5,000 | » |
| — — 25 — | 8,000 | » |
| — — 35 — | 10,500 | » |
| Les machines à vapeur se vendent par force de cheval, de 12 à 15 chevaux. | 400 | 380 |
| de 20 à 40 — | 380 | 360 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Courroies de cuirs, | $0^m,20$ de L, | 0 fr. | 60 | à 0 fr. | 80 | le mètre | courant. |
| — | — $0^m,30$ — | 0 | 95 | 1 | 20 | — | — |
| — | — $0^m,50$ — | 1 | 55 | 2 | » | — | — |
| — | — $0^m,70$ — | 2 | 55 | 3 | 20 | — | — |
| — | — $0^m,90$ — | 3 | 35 | 4 | » | — | — |

Au delà de cette largeur les courroies se vendent au mètre carré :

De $0^m,10$ à $0^m,15$. . . . . . 43 à 45 fr. le mètre carré.
De $0^m,15$ à $0^m,20$. . . . . . 46 à 50 fr. —

| | | |
|---|---|---|
| Courroies en caoutchouc | 12 fr. | le kilog. |
| Tables de machine en caoutchouc | 10 | — |
| Caoutchouc feutré, non élastique, pour joints hydrauliques et de vapeur, en pièces | 8 | — |
| En rondelles découpées sur commande, de | 10 à 16 | — |
| En lanières pour trou d'homme | 8 | — |

*Prix des principales matières employées en papeterie.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chiffons blancs | 50 à | 65 fr. | °/₀ |
| — Bulles | 35 | 45 | — |
| Cotons | 22 | 38 | — |
| Cordes | 25 | 32 | — |
| Rognures de papier | 10 | 22 | — |
| Outremer | 200 | 450 | — |
| Cochenille | 800 | 2000 | — |
| Alun | 16 | 22 | — |
| Manganèse | 11 | 25 | — |
| Acide sulfurique | 16 | 18 | — |
| Acide chlorhydrique | 8 | 11 | — |
| Acide azotique 36° | 40 | 45 | — |
| Prussiate de potasse | 310 | 350 | — |
| Sel de soude 80° | 48 | 52 | — |
| Cristaux de soude 36° | 22 | 25 | — |
| Chlorure de chaux | 35 | 40 | — |
| Sulfate d'alumine | 12 | 22 | — |
| Bichromate de potasse | 220 | 230 | — |
| Chlorhydrate d'étain | 230 | 260 | — |
| Acétate de plomb | 100 | 120 | — |
| Jaune de chrome | 325 | 360 | — |
| Bois de Fernambouc en buches | 38 | 46 | — |
| — effilé | 45 | 60 | — |
| Campêche en morceaux | 30 | 35 | — |
| — effilé | 35 | 40 | — |
| Laque de Fernambouc | 450 | 550 | — |

A. PROUTEAUX.

# REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

Par M. **H. DUFRENÉ**, ingénieur civil.

**Nouvelle machine pour la teinture et le blanchiment. — Machine à terrasser. — Tuiles en verre à bon marché. — Machine à tourner la terre. — Séparation des fibres animales et des fibres végétales. — Nouvel appareil à lessiver. — Refroidissement de l'air par l'ammoniaque. — Engrais composé de phosphate et d'ammoniaque. — Nouveau traitement des minerais de cuivre.**

---

MM. Weber et Jacques viennent d'inventer une machine destinée à rendre de grands services aux industries de la teinture et du blanchiment et dispensant de l'emploi des outils encombrants et primitifs dont on a été jusqu'ici condamné à se servir.

La machine de ces inventeurs se compose de deux disques métalliques placés en regard l'un de l'autre pouvant glisser sur un arbre muni d'une clavette fixe et y être serrés à l'endroit voulu au moyen d'une vis de pression. Chacun de ces disques est composé d'une bande de cuivre fixée à un châssis rigide solidaire avec le moyeu dans lequel passe l'arbre. Cette bande forme une spirale commençant au moyeu et se terminant à la circonférence du disque. Sur ces bandes sont placés des boutons métalliques espacés de quelques centimètres et portant des pointes mobiles dont les extrémités sont tellement placées que le plan qui les contient, perpendiculaire à l'arbre destiné à mettre la machine en mouvement, laisse en dehors ou effleure à peine les lames spirales dont nous venons de parler et qui composent le disque.

Ceci posé, les deux disques sont placés sur l'arbre en regard l'un de l'autre, de telle sorte que leurs pointes se trouvent dans l'intervalle qui les sépare. Leur distance est réglée d'après la largeur de l'étoffe qu'on veut teindre; elle doit être égale à cette largeur ou un peu plus petite. Il faut aussi qu'une génératrice rectiligne, parallèle à l'axe de rotation, en s'appuyant d'une spire à l'autre sur les deux disques, reste constamment parallèle à cet axe si on la fait cheminer sur les spires du moyeu à la périphérie. On dispose alors l'étoffe à teindre sur un rouleau devant l'appareil et on fixe les extrémités de ses deux lisières aux deux premières pointes près du moyeu. Alors, soit à la main, soit au moyen d'un rouleau tendeur, on aide, pendant que l'arbre tourne, l'enroulement de l'étoffe qui vient se piquer sur les pointes à mesure que le mouvement de rotation les amène devant elle. Quand l'étoffe est ainsi fixée, on écarte légèrement les deux disques pour la tendre et on a, sous le plus petit volume possible, une sorte de rouleau dont les tours successifs ne se touchent pas, condition qu'il était tout à fait indispensable de remplir. Les deux disques étant alors fixés sur l'arbre au moyen des vis de pression, le tout est mis à tourner dans les bains de teinture convenables, ainsi que cela se pratique habituellement.

---

Une machine à terrasser très-ingénieuse vient d'être construite par M. de Binckum, ancien député de Belgique; plusieurs de ses agencements sont nouveaux et méritent d'être signalés. Un châssis, reposant sur des roues au moyen de montants et de traverses, porte à l'arrière une machine à vapeur locomobile quelconque destinée à donner le mouvement à tout l'appareil, au milieu une chaîne à godets et à l'avant un système de deux arbres verticaux munis de pioches horizontales disposées en hélice du haut au bas et mordant la terre devant elles. Les extrémités

de ces pioches forment en tournant deux surfaces coniques dirigées le sommet en bas. A fleur du sol, les deux dernières pioches ramassent la terre détachée par les pioches supérieures et l'amènent à la chaîne à godets qui l'enlève vers la partie supérieure de la machine. Là elle est déversée sur une chaîne ou toile sans fin en cuir ou en courroies juxtaposées marchant du côté droit vers le côté gauche de la machine, ou dans le sens contraire, suivant que la courroie de commande est ou n'est pas croisée, de façon à verser la terre à volonté d'un côté ou de l'autre.

Une disposition toute nouvelle fait avancer automatiquement les rails sur lesquels repose la machine. Pour cela, elle est portée sur six paires de roues jumelles et chacun des trois essieux est terminé à l'une et à l'autre de ses extrémités par deux roues placées côté à côte de telle sorte qu'il y a, de chaque côté de la machine, deux files de rails et six roues. Comme toutes les roues de wagon, elles portent un rebord sur toute leur circonférence, mais leur jante n'existe que sur deux portions de cette circonférence de 90° chacune, — ces deux portions faisant partie de deux secteurs opposés formés par deux diamètres se coupant à angle droit.

Si nous considérons par exemple sur un essieu la roue située le plus près de l'une de ses extrémités, la roue jumelle placée à côté d'elle est construite de la même manière, mais elle est calée de telle sorte que les portions pleines de sa jante se trouvent vis-à-vis des portions vides de la jante de la première roue. Si donc la machine s'avance, elle portera pendant le premier quart d'un tour sur un rail, pendant le second quart sur celui placé immédiatement à côté de lui, et ainsi de suite alternativement. La même chose se répète de l'autre côté de l'essieu et la disposition des autres paires de roues est identique, de telle sorte que pendant un quart de tour un rail devient libre de chaque côté et tous deux sont tirés par la machine elle-même d'une quantité égale au développement d'un quart de la circonférence des roues; pendant un second quart de tour, les deux autres rails sont tirés de la même manière. La machine avance donc en portant au devant d'elle-même les rails sur lesquels elle doit marcher.

---

La production des tuiles en verre à bon marché vient d'être résolue par M. Lenormand. Sa nouvelle machine supprime entièrement le moulage à la main et permet de livrer des produits à très-bas prix. Imaginons une très-grande roue formée de deux flasques en tôle montées sur un arbre creux pouvant être traversé par un courant d'air ou d'eau et laissant tomber cet air ou cette eau dans l'intervalle formé par les deux plaques de tôle. Ces flasques sont réunies à leur circonférence par des plaques de fonte formant joint étanche entre elles et avec la tôle et disposées comme nous allons le décrire. Un certain nombre d'entre elles, destinées à former les intervalles entre les tuiles pendant le moulage, se composent d'arêtes prismatiques triangulaires dont le sommet linéaire est parallèle à l'axe de rotation. Cette roue, une fois montée, est tournée de manière à amener toutes ces arêtes sur une même surface cylindrique ayant pour axe celui de l'arbre susdit. De chaque côté de ces arêtes de fonte existent des rebords sur lesquels viennent reposer d'autres plaques. Celles-ci possèdent la courbure générale de la roue et viennent remplir l'intervalle compris entre deux arêtes consécutives. Destinées à former le fond des moules, elles sont gravées de manière à former sur la surface des tuiles des nervures saillantes qui augmentent leur résistance à la rupture.

Une série de rouleaux, traversés par un courant d'eau, est disposée un peu plus haut que le centre autour de la roue. Ces rouleaux ont leurs axes disposés parallèlement à l'axe de l'arbre sur une surface cylindrique concentrique à celle de la roue et sont placés de telle sorte que leur surface soit tangente à celle décrite par les arêtes de séparation des moules.



On verse le verre fondu sur la roue au-dessus des rouleaux et on donne le mouvement. Les moules successifs s'emplissent et portent le verre sous les rouleaux qui le compriment et le forcent à remplir tous les interstices du moule. Quand, par suite du mouvement de rotation, le verre est arrivé au dernier rouleau, à peu près au niveau de l'arbre, il est évident qu'il s'en détacherait et tomberait si rien n'était disposé pour le retenir; mais il rencontre là une plaque de tôle courbée cylindriquement, s'appliquant presque sur la roue et empêchant cet effet. Il arrive cependant un moment où la tôle s'écarte légèrement, mais d'une quantité qui ne doit pas égaler l'épaisseur d'une tuile. Par ce moyen, quand le verre se détache du moule, il vient toucher la tôle et est poussé par l'arête de séparation suivante. Il arrive ainsi au bas du diamètre vertical où il rencontre une toile métallique sans fin qui l'emporte et le fait passer entre deux séries de rouleaux horizontaux qui, au moyen d'une légère pression, lui font perdre la courbure que ce mode de moulage lui avait fait contracter. Une seconde toile sans fin le porte au four à recuire. La fabrication est ainsi continue et automatique et n'exige qu'une main-d'œuvre insignifiante.

---

Un fabricant de poteries d'Orléans, M. Archambault, a trouvé le moyen de substituer au tour à potier dont on se sert depuis plusieurs milliers d'années une machine à tourner la terre dont voici la description succincte :

Sur une table disposée comme celle d'un tour à potier ordinaire, on dispose un arbre vertical portant au niveau de cette table un mandrin destiné à recevoir les pièces, et, au-dessous, les poulies nécessaires à la transmission du mouvement. A un des angles de cette table s'élève un deuxième arbre vertical tourné, au long duquel peut glisser, au moyen d'un petit volant et d'une vis de rappel, un châssis formé de deux glissières perpendiculaires à l'axe et dans lesquelles marche, à l'aide d'un second volant et d'une seconde vis de rappel, un coulisseau auquel est adapté le porte-outil. Ce système permet donc de donner à ce dernier toutes les positions possibles au-dessus de la pièce à fabriquer.

Le porte-outil est composé d'un arbre glissant de haut en bas et tournant dans les deux branches supérieures et inférieures du coulisseau alésées à cet effet. En haut, il porte un anneau traversé par une corde passant sur deux poulies de renvoi et aboutissant à un contre-poids équilibrant l'arbre porte-outil muni de ses accessoires; au milieu se trouve une manette saisie par l'ouvrier pour abaisser ou relever l'outil; au bas, l'arbre est terminé par une coulisse horizontale dans laquelle on fixe, au moyen d'un boulon et d'un écrou, les outils dont la forme est réclamée par la pièce à exécuter.

Ceci établi, l'ouvrier place sur le mandrin un moule en plâtre ayant, je suppose, la forme extérieure d'une assiette; une balle de terre y est jetée et le porte-outil, muni d'une pièce de forme convenable, est amené sur cette balle pendant que l'arbre est mis en mouvement. Comme cet outil est excentré par rapport à l'arbre qui le porte, l'ouvrier pousse la manette, fait légèrement tourner l'arbre, l'outil écarte la terre, une lame coupe les bavures et la pièce est terminée. On peut, par ce moyen, faire, dans un moule d'une seule pièce, toutes les poteries démoulant facilement. Il n'est même pas nécessaire qu'elles aient de la dépouille, le retrait facilitant le démoulage à la condition que les pièces ne soient pas trop ventrues. Dans le cas contraire, il faudrait employer des moules en deux pièces. Il est certain aussi que ce procédé ne peut être employé qu'autant que l'ouverture des vases est assez grande pour laisser pénétrer l'outil dans l'intérieur et pour permettre qu'on l'en retire après l'achèvement. Cette machine peut faire 2,300 à 2,500 assiettes par jour, un tourneur ordinaire en faisant environ 400 dans le même espace de temps.

---

M. Germaix a inventé un procédé à l'aide duquel on peut rendre les briques aussi légères que l'on veut, assez légères même pour pouvoir flotter sur l'eau. L'idée est fort simple, elle consiste à mêler à la pâte argileuse une quantité convenable de débris de liége en poudre grossière. Ce liége disparaissant pendant la cuisson de la terre, les briques demeurent criblées d'une multitude de cavités et leur densité diminue naturellement en raison inverse de la quantité de liége qu'on y a introduite. Cette espèce de brique sera précieuse dans les constructions très-légères et toutes les fois qu'on aura intérêt à ne pas surcharger la base sur laquelle on veut édifier.

Les expériences faites pour constater leur résistance à l'écrasement ont donné des résultats plus favorables que ceux auxquels on aurait pu s'attendre eu égard à leur porosité. Des tuiles faites par ce procédé et vernies pour éviter l'imbibition des eaux pluvieuses, seraient très-convenables pour des toitures légères.

---

M. Sherwood a imaginé et emploie un moyen de séparer les fibres animales des fibres végétales dans les étoffes hors d'usage et dans les débris de toutes sortes du même genre. Ce moyen a cela de particulier qu'il n'altère ni la structure, ni la couleur des fibres animales, et que le coton, le chanvre ou le lin qu'on en sépare conservent encore une foule d'applications utiles. Son procédé consiste à faire passer les étoffes ou les débris en question dans une atmosphère d'azote ou d'acide carbonique, mêlée de vapeurs acides à l'état anhydre. M. Sherwood a découvert que les acides sulfurique phosphorique, chlorhydrique anhydre désagrégent les fibres végétales en laissant intactes avec leur forme, leur élasticité et leur couleur, les fibres d'origine animale. Il produit cette atmosphère dépourvue d'oxygène dans un fourneau particulier au moyen de la combustion de substances de peu de valeur. Quant aux acides, ils sont introduits à part à l'état de vapeur. Quand les étoffes ont subi l'action de ces agents pendant un temps suffisamment long, les fibres sont soumises à l'action de rouleaux cannelés en présence d'un courant d'eau. La laine et la soie restent intactes et sont recueillies à part, tandis que les fibres végétales se retrouvent dans les eaux de lavage. On les en sépare et on les soumet à un lavage à l'hyposulfite de soude, puis à l'eau. On peut alors les employer avantageusement à la fabrication du papier et du carton. Quant à la laine et à la soie, elles n'ont perdu aucune de leurs propriétés et conservent leurs couleurs que ce traitement a pour conséquence singulière de revivifier, probablement parce que l'action des acides anhydres s'est exercée sur les matières étrangères qui en masquaient l'éclat.

---

MM. Massot et Juquin construisent un appareil à lessiver très-ingénieux dans lequel la circulation de l'eau chaude a lieu d'une manière continue et automatique et dont l'usage peut rendre des services, non-seulement dans l'économie domestique, mais encore dans les industries chimiques. Voici, en deux mots, la disposition type de l'appareil. Supposons une chaudière cylindrique à axe vertical et sans couvercle posée sur un foyer quelconque et munie d'un second fond horizontal qui la sépare en deux parties. L'eau est en bas et les matières à lessiver sont placées sur le fond supérieur. Deux tubes ouverts des deux bouts réunissent ces deux parties en traversant la cloison qui les sépare. Le premier, qui est le plus court, commence à une très-petite distance du fond inférieur et finit au niveau du fond intermédiaire; le second, qui est le plus long, se termine dans le vase inférieur à un niveau très-notablement supérieur à celui de l'extrémité de l'autre tube, et vient, dans le vase supérieur, s'ouvrir dans l'atmosphère au-dessus des matières à lessiver. Il est percé, un peu au-dessous du fond intermédiaire, d'un trou assez petit par rapport à sa section intérieure.

L'appareil étant ainsi disposé et l'ébullition ayant lieu, la vapeur dégagée ne



trouve d'autre issue que ce petit trou, puisque le niveau de l'eau est supérieur aux extrémités des deux tubes. Dès lors, cet échappement étant insuffisant, la pression augmente peu à peu et force l'eau à sortir par le grand tube et à se déverser au-dessus des matières à lessiver qu'elle imbibe. Mais la quantité d'eau diminuant en bas, son niveau descend et finit par découvrir l'extrémité du tube par lequel elle sortait. La vapeur s'échappant alors librement, la pression baisse et l'eau déversée en haut pressant sur le deuxième tube redescend en bas, fait remonter le niveau, ferme l'extrémité du grand tube et remet les choses dans leur état primitif. Les mêmes faits se reproduisent et la circulation s'établit. La seule précaution à prendre est de régler le feu de manière que la production de la vapeur dans le vase inférieur ne dépasse pas une certaine limite et d'établir un rapport convenable entre la section intérieure du grand tube, et la surface de chauffe.

---

Tout le monde connaît les travaux de M. Ch. Tellier sur l'ammoniaque; il vient de se faire breveter pour un ensemble d'appareils destinés à opérer le refroidissement de l'air dans une enceinte déterminée, et spécialement pour amener à + 3° ou + 4° pendant l'été la température des caves où l'on renferme la bière. Tout le monde sait combien cette boisson est difficile à conserver pendant les chaleurs et comment, dans le Nord, on y parvient en empilant dans les caves des masses énormes de glace.

L'appareil se compose de quatre parties: 1° un réfrigérant; 2° un ventilateur; 3° un appareil de compression; 4° un condensateur.

Le réfrigérant peut être considéré comme une chaudière tubulaire sans foyer dans laquelle l'eau serait remplacée par l'ammoniaque liquéfiée et les produits de la combustion par l'air à refroidir. C'est un cylindre creux terminé par deux fonds traversés par un grand nombre de tubes parallèles à l'axe du cylindre. Les extrémités de ces tubes communiquent d'un côté avec le ventilateur et de l'autre avec la capacité à refroidir.

Le ventilateur est l'appareil ordinairement désigné sous ce nom, et la prise d'air a lieu soit dans l'enceinte même, soit à l'extérieur.

L'appareil à comprimer les vapeurs ammoniacales est une pompe de compression ordinaire; il faut seulement remarquer que les soupapes y sont placées dans un sens inverse de celui suivant lequel on est habitué de les voir établies. Les soupapes d'aspiration sont à la partie supérieure du cylindre et celles de refoulement à la partie inférieure. Le but de cette disposition est de permettre l'évacuation facile du liquide dans le cas où il viendrait à s'en former dans l'intérieur de la pompe de compression. Cette pompe est munie d'une enveloppe extérieure afin de pouvoir faire circuler autour du cylindre un courant d'eau destiné à emporter la chaleur que dégage la compression.

Enfin, l'appareil à condenser est formé d'un serpentin ordinaire dans lequel les vapeurs comprimées viennent se liquéfier pour se rendre de là dans un réservoir muni d'un flotteur et d'un tuyau communiquant avec le réfrigérant.

L'appareil étant ainsi construit, on place l'ammoniaque liquéfiée dans le cylindre tubulaire, puis on met le ventilateur et la pompe de compression en mouvement. L'air, en passant dans les tubes, se débarrasse d'une portion notable de sa chaleur en réduisant en vapeur l'ammoniaque liquide. En même temps, une grande partie de l'humidité contenue dans l'air se dépose sur les parois des tubes et s'écoule. Il faut remarquer ici que la température ne peut guère être abaissée au-dessous de 0°, car, autrement, le givre produit par la congélation de la vapeur d'eau contenue dans l'air obstruerait assez vite les tubes. Du reste, un pareil abaissement de température n'est guère nécessaire. La pompe agissant continuellement, les vapeurs



ammoniacales sont aspirées puis comprimées dans le serpentin condensateur. Là, elles sont liquéfiées et emmagasinées dans le réservoir d'où elles reviennent au cylindre tubulaire. De cette façon, la circulation est établie et l'ammoniaque, continuellement vaporisée et liquéfiée, devient une source de froid incessante pour l'air que le ventilateur lance au travers de sa masse.

Il est évident que le plus souvent, quand il s'agira de cave, on aura intérêt à se servir toujours du même air, attendu que l'atmosphère extérieure, plus chaude, augmenterait la dépense en eau et en force motrice pour l'entretien de la marche de la pompe à compression. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'air, se dépouillant de la vapeur d'eau qu'il contient dans son passage à travers les tubes du réfrigérant, abandonne aussi toutes les substances malsaines ou nuisibles auxquelles cette humidité servait de véhicule.

---

M. Merle indique un moyen d'utiliser les eaux acides provenant du traitement des os dans la fabrication de la gélatine pour en faire un engrais composé principalement de phosphates divers et d'ammoniaque. On sait qu'en traitant les os par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient principalement du chlorure de calcium et du phosphate acide de chaux soluble. Ce résidu est traité par le sulfate de magnésie, la chaux se précipite en presque totalité à l'état de sulfate et il reste dans la liqueur du phosphate de magnésie et du chlorure de magnésium. Ces eaux décantées sont mélangées à des eaux ammoniacales quelconques et laissent précipiter du phosphate ammoniaco-magnésien. Une précaution à prendre consiste à maintenir la liqueur acide, soit au moyen de l'acide chlorhydrique, soit pour éviter une formation abondante de chlorure de magnésium, au moyen d'une nouvelle quantité de phosphate acide de chaux. Le précipité contient alors une plus grande quantité de phosphate neutre de chaux, mais peu de chlorure de magnésium. Ce procédé utilise deux résidus sans emploi et fournit un engrais riche en phosphates et en ammoniaque. Pour faciliter le transport, il est nécessaire d'obtenir cet engrais à l'état solide; pour cela, il suffit de neutraliser la liqueur, de laisser reposer et de faire dessécher le résidu. On peut obtenir ainsi des boules ou des briquettes faciles à mettre en poudre et à répandre sur le terrain par les moyens ordinaires.

---

La méthode de M. le vicomte de Secqueville, de Milan, pour le traitement des minerais de cuivre se compose des opérations suivantes. On commence par calciner le minerai broyé avec un poids variable suivant sa nature, 5 p. 100 environ, du résidu de la fabrication de l'acide azotique dans un four à reverbère dont le rampant communique avec une tour à coke de 7 à 8 mètres de hauteur, destinée à condenser les vapeurs acides. Ce minerai calciné est broyé de nouveau puis traité dans le même four avec un mélange de sel marin, de peroxyde de manganèse et du résidu désigné plus haut. Après cette seconde calcination, le minerai est mis en tas et arrosé avec l'eau acide retirée de la tour à coke. Un lavage méthodique a lieu et les eaux saturées sont concentrées, l'or se dépose si le minerai en contient, et, en tous cas, les eaux sont traitées par la fonte granulée afin de forcer le cuivre à se déposer par voie de cémentation.

Le sulfate de fer étant séparé des eaux par cristallisation, les eaux-mères servent à arroser de nouveaux tas de minerais calcinés. Si le minerai traité contient du nickel, ces eaux-mères sont évaporées de manière à marquer environ 30° B, puis elles sont saturées au moyen de la craie. Chaque décalitre du liquide neutralisé est traité après décantation par environ 50 grammes d'hypochlorite de chaux du commerce, et on y ajoute ensuite par portion 60 grammes d'acide sulfurique à 60° B.



Le liquide clarifié est traité par un mélange de chaux et de soude dans la proportion de 150 grammes de ce mélange pour 10 litres de ce liquide. Le précipité est seché à 150° puis lavé à froid à l'acide chlorhydrique ramené à 8° B. Une partie se dissout et l'autre, qui est insoluble, est desséchée à 120°, puis mêlée à un fondant réducteur composé comme il suit :

| | | |
|---|---|---|
| Farine de froment.................... | 20 | parties. |
| Flus noir.......................... | 75 | — |
| Carbonate de soude sec.............. | 75 | — |

On fait une pâte du précipité sec et de la farine avec de l'huile de noix, on la place dans un creuset avec le flux noir et la soude, puis on chauffe. On a pour résidu le nickel spongieux qu'il suffit de refondre pour le convertir en lingots.

H. DUFRENÉ, ingénieur civil,
ancien élève de l'École centrale.

---

# REVUE DE CHIMIE PRATIQUE ET THÉORIQUE.

**Effilage électro-chimique des fils métalliques.** — M. Cauderay[1] a étudié quelques propriétés des courants galvaniques qui sont susceptibles de recevoir une application industrielle. Il remarqua que si l'on fait communiquer le pôle négatif d'un élément de Bunsen avec un fil métallique qui traverse le fond d'un vase en verre contenant un liquide faiblement acide, tandis qu'un second fil, communiquant avec le pôle positif, plonge dans le liquide à une petite distance du fil négatif, le courant galvanique est formé par le liquide acide, au bout de quelque temps l'extrémité du fil positif s'amincit et s'effile, et autour de l'électrode négatif il se forme un dépôt de métal divisé. Cet effilage est généralement très-régulier, et si le fil est homogène, son extrémité affecte úne forme conique très-exacte. On conçoit que cette méthode, après quelques perfectionnements, puisse être suivie industriellement surtout pour l'effilage des fils de zinc, de cuivre et de laiton. L'effilage des fils de fer ou d'acier présente quelques difficultés, parce qu'ils deviennent facilements *passifs*, c'est-à-dire qu'ils résistent à l'attaque des acides.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Cauderay essaya diverses méthodes; la meilleure consiste à remplacer la liqueur acide par une solution saline concentrée renfermant une partie d'alun et une partie de sel de cuisine. Dans une pareille dissolution le fer ne devient pas passif, et la faible quantité d'acide mise en liberté suffit pour attaquer le métal.

**Influence du tungstène sur les fontes au charbon de bois.** — Il résulte d'une série d'expériences que fit M. Le Guen[2] à la fonderie de Nevers, que le wolfram exerce sur les fontes une action toute spéciale, indépendante de la nuance ou de la décarburation, et qu'on doit attribuer uniquement à l'alliage du tungstène. Les fontes acquièrent plus de tenacité; cependant avec les fontes au charbon de bois l'effet produit fut inférieur à celui obtenu avec les fontes au coke, d'où l'on peut conclure qu'une partie de l'action du wolfram sur ces dernières doit être attribuée à l'épuration.

1. *Bull. de la Société vaudoise*, 1865, n° 52 et n° 53.
2. *Comptes rendus*, t. LIX, p. 786.



**Plomb. Perfectionnement du procédé Pattinson**[1]. — Dans l'usine de Holzappel (Nassau), on a modifié avantageusement le procédé de M. Pattinson pour le traitement du plomb argentifère. Une disposition ingénieuse des chaudières et des foyers permet de rendre l'opération continue et de transvaser le plomb fondu sans grands frais de main-d'œuvre. Le plomb brut est fondu dans une grande chaudière communiquant avec un vase de forme cylindrique, muni d'un agitateur d'une forme particulière. Ce vase, dans lequel on laisse cristalliser le plomb, est placé lui-même sur un foyer dont on peut facilement activer ou modérer l'intensité ; il communique avec deux grandes cuvettes dans lesquelles on fait écouler, après chaque évaporation, le plomb le plus riche en argent, tandis que les cristaux de plomb appauvri restent dans la cuve cylindrique.

A chaque opération, on introduit environ 100 quintaux de plomb brut dans la première chaudière; par le tube de communication on en laisse couler 90 quintaux dans la cuve à cristallisation et, pour préserver le métal fondu de l'oxygène, on le recouvre d'une couche de coke en fragments. On diminue alors l'intensité du foyer et on met l'agitateur en mouvement; en même temps, on dirige sur la couche de coke un mince filet d'eau. Au bout d'une heure, le plomb perd de sa fluidité, et bientôt il se forme une croûte solide qui englobe les petits fragments de coke. On interrompt alors le filet d'eau, on arrête l'agitateur et on ouvre les tuyaux conduisant le plomb non encore solidifié et le plus riche en argent, dans les deux cuvettes qui peuvent en contenir au moins 35 quintaux. Quand tout le plomb argentifère s'est coulé, on active le foyer et on traite de la même manière une nouvelle quantité de plomb brut.

Après sept ou huit opérations, on enlève le plomb appauvri qui reste dans la cuve à cristallisation et on le coule en lingots pour le livrer au commerce : c'est le plomb *mou* qui ne renferme plus que 3,6 d'argent par 100 kilogrammes..

Le plomb argentifère résultant d'un premier traitement est soumis à huit ou dix fusions et cristallisations successives, et quand il est suffisamment enrichi, on le coule en lingots pour le coupeller enfin dans un four spécial.

**Traitement de la galène renfermant du sulfure de zinc.** — Pour tirer le meilleur parti de la galène qui renferme du zinc, M. Gentele[2] propose de suivre la méthode suivante, qui est réalisable dans tous les cas où les frais de transport ne sont pas trop considérables.

On transporte les galènes zincifères dans le voisinage d'une fabrique de sels de soude, où l'on cherche toujours à utiliser l'acide chlorhydrique obtenu comme produit secondaire de la fabrication du sulfate de soude; on pulvérise et on fait bouillir le minerai avec de l'acide chlorhydrique d'une concentration convenable qui dissout la chaux, la magnésie et le zinc en produisant un dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré. Le résidu insoluble renfermant le plomb et l'argent peut être traité facilement par une des méthodes ordinaires d'extraction. La liqueur acide contient des chlorures de zinc, de magnésie, de calcium et quelquefois du chlorure de fer. Si par un moyen quelconque on convertit le fer en $Fe\,Cl^3$ ou $Fe^2O^3$, on peut le précipiter avant le zinc par de l'hydrate ou du carbonate de chaux ; on a donc alors une solution de laquelle l'hydrate de chaux précipite de l'oxyde de zinc hydraté assez pur, le carbonate de chaux fournira de même un précipité de carbonate de zinc.

Cette méthode peu compliquée fournit donc les deux métaux que renferme le minerai; au point de vue économique, elle est encore avantageuse, puisqu'un équi-

1. *Polytechn. Notizbl.* 1865, p. 289.

2. *Dingler, Polyt. Journ.*, t. CLXXVIII, p. 47.

valent de zinc ou de carbonate de zinc présente une plus grand valeur que l'équivalent d'acide chlorhydrique et de chaux qui ont servi à l'isoler.

**Métal anglais pour caractères d'imprimerie.** — On remarque généralement que les livres anglais sont très-proprement imprimés. Les contours des lettres sont vifs et les déliés les plus fins marqués distinctement. M. F. Varrentrapp[1] attribue cette perfection de l'impression anglaise à l'alliage qui sert à la fabrication des caractères. Il analysa différents alliages et leur trouva les compositions suivantes :

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Plomb | 55,0 | 61,3 | 69,2 |
| Antimoine | 22,7 | 18,8 | 19,5 |
| Étain | 22,1 | 20,2 | 9,1 |
| Cuivre | — | — | 1,7 |
| | 99,8 | 100,3 | 99,5 |

L'alliage n° III est le plus employé en Angleterre. Ces alliages reviennent plus cher que ceux dont l'on se sert sur le continent; mais aussi ils fournissent des caractères beaucoup plus durables; ainsi l'alliage n° III est si dur qu'on peut le pulvériser sous le marteau.

**Alliages de manganèse.** — M. E. Prieger[2] prépare depuis quelque temps des alliages de manganèse avec le fer ou avec le cuivre jouissant de propriétés précieuses et dont les applications deviennent chaque jour plus utiles et plus nombreuses.

Pour préparer les alliages de fer et de manganèse, on fait un mélange d'oxyde de manganèse pulvérisé, de poussier de charbon et de fer métallique assez divisé (fonte en grenailles, limailles de fer ou d'acier.). Le mélange est introduit dans un creuset en graphite pouvant en contenir de 15 à 25 kilog.; on le recouvre d'une couche de poussier de charbon, de sel marin, etc., puis on chauffe au blanc pendant quelques heures. Après le refroidissement il se trouve au fond du creuset un culot métallique homogène et ne renfermant que des quantités insignifiantes de corps étrangers. Parmi ces alliages les plus importants sont ceux renfermant 2 équivalents de manganèse pour 1 équivalent de fer, et 4 équivalents de manganèse pour 1 équivalent de fer; tous les deux sont plus durs que l'acier trempé; il sont susceptibles de recevoir un très-beau poli, ils fondent à une température rouge et peuvent facilement être coulés; à l'air ils ne s'oxydent pas, et même dans l'eau leur oxydation n'est que superficielle; leur couleur est blanche et tient le milieu entre celle de l'acier et celle de l'argent.

Les alliages de cuivre et de manganèse s'obtiennent d'une manière analogue; ils ressemblent au bronze, mais sont beaucoup plus durs et plus résistants. Les alliages d'étain sont très-fusibles, très-résistants et faciles à travailler; pour la couleur et l'éclat, on peut les comparer à l'argent.

Enfin, l'alliage de fer et de manganèse fournit un moyen très-simple d'ajouter au fer ou à l'acier une quantité déterminée de manganèse; par l'addition de 1/10 jusqu'à 5 p. 100, on obtient des résultats très-satisfaisants.

**Alliage pour coussinets**[3]. — Un alliage pour les coussinets des diverses machines, pour lequel M. Dunlewie, à Dublin, et M. Jones, à Liverpool, se firent patenter, se compose d'étain, de zinc, d'un peu de cuivre et d'antimoine. Cet alliage est, dit-on, très-durable et ne s'échauffe que fort peu par le frottement. On l'obtient en faisant fondre d'un côté 4 parties de cuivre avec 16 parties d'étain et 1 partie

1. *Mittheil. für den Gewerb. Verein Braunschweig*, 1864, p. 12.
2. *Deutsche industr. Zeit.*, t. CLXXXV, p. 184.
3. *Deutsche industr. Zeit.*, p. 208.



d'antimoine; d'un autre côté, on fond 128 parties de zinc avec 96 parties d'étain, et après complète fusion on y ajoute le premier alliage.

**Peroxydes de nickel et de cobalt.** — D'après M. O Popp[1], en ajoutant à une dissolution d'un sel de nickel, d'abord de l'acétate, puis de l'hypochlorite de soude, il ne se produit aucun changement à froid, mais par l'ébullition il se sépare un peroxyde d'un bleu très-foncé. Ce précipité se dissout dans l'acide azotique concentré, il se forme un sel de protoxyde; il se dissout de même dans l'acide chlorhydrique en déterminant un dégagement de chlore et en formant du protochlorure de nickel.

Lorqu'on ajoute de l'acétate de soude à la solution d'un sel de cobalt, elle se colore en rose intense; par l'addition de l'hypochlorite de soude, sa couleur passe au jaune-brun clair. Cette coloration se produit déjà à froid : le liquide devient opaque, presque noir; à l'ébullition il ne se produit pas de précipité.

En ajoutant un carbonate alcalin à la dissolution et en la faisant bouillir, tout le peroxyde se précipite avec une couleur verte-brunâtre.

M. O. Popp croit que dans ces réactions le nickel et le cobalt existent à l'état de peroxydes, et il s'appuie sur ce que le manganèse, placé dans ces conditions, se présente sous forme de peroxyde.

**Combinaisons du cobalt[2].** — Par l'action d'un sulfite alcalin sur l'hydrate de sesquioxyde de cobalt, il se forme, d'après M. Geuther, des sulfites doubles de cobalt et de potasse (ou de soude). On prépare ces composés en faisant bouillir l'hydrate de cobalt encore humide, avec une solution concentrée de sulfite de potasse ou de soude ; on laisse reposer la liqueur, on la décante et on traite le dépôt par une nouvelle solution de sulfite alcalin; cette opération est répétée trois ou quatre fois. Le dépôt qu'on obtient finalement constitue le sel double.

Le sulfite double de potasse et de colbalt est amorphe, peu soluble dans l'acide sulfureux aqueux et dans l'acide chlorhydrique; une solution concentrée de potasse le décompose. A l'air il noircit, l'eau ne le décompose pas. Le sel de soude correspondant est analogue au sel de potasse, il est cependant un peu plus stable et peut être desséché à 100°.

En faisant réagir un sulfite alcalin neutre sur le sulfite de protoxyde de cobalt ou sur le chlorure de cobalt, on obtient les sels de protoxyde correspondants; on peut encore les préparer en faisant bouillir l'hydrate de protoxyde de cobalt avec une solution acide d'un sulfate alcalin. Le sel de potasse se présente sous forme de petits cristaux d'un rose pâle, insolubles dans l'eau, solubles dans l'acide chlorhydrique, noircissant au contact de l'air; la potasse caustique le décompose. Le sel de soude présente une couleur rouge plus foncée et n'est pas cristallin.

**Propriétés du protochlorure de cuivre.** — On sait que le protochlorure de cuivre blanc se colore à la lumière; lorsqu'il est cristallisé en tétraèdres, il donne facilement lieu à ce phénomène. L'altération n'a lieu qu'à la surface, car la couche extérieure devient opaque et intercepte la lumière. On empêche l'oxydation en conservant les cristaux dans une solution aqueuse d'acide sulfureux.

D'après M. Woehler[3], on opère facilement la transformation, d'une manière complète, en introduisant dans de longs tubes qu'on agite sans cesse, une dissolution d'acide sulfureux tenant de petites quantités de chlorure en suspension. Il se forme probablement un oxychlorure et de l'acide chlorhydrique; l'acide sulfureux n'est pour rien dans cette réaction, l'eau produirait le même effet. La lumière n'a pas

1. *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXXI, p. 363.
2. W. Schultze. *Chem. Centralbl.*, 1865, p. 444.
3. *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXX, p. 373.

d'action sur le chlorure fondu et sec. Examinés à la loupe, les cristaux de chlorure altéré sont transparents et présentent une coloration bleue. A l'air, ils se transforment en oxychlorure vert aussi rapidement que les cristaux blancs ; ils sont solubles dans l'acide chlorhydrique ; la potasse donne un précipité d'hydrate de protoxyde.

On prépare le plus facilement le protochlorure cristallin en faisant une solution de sulfate de cuivre et de chlorure de sodium à équivalents égaux, et en y dirigeant un courant de gaz acide sulfureux. Le chlorure se sépare sous forme d'une poudre blanche composée de petits tétraèdres qu'on lave par décantation avec de l'acide sulfureux aqueux.

**Procédé pour recouvrir les métaux d'une couche brillante d'autres métaux.** — Pour recouvrir des objets en cuivre d'une couche d'antimoine, M. Dullo[1] donne la recette suivante : on disssout du chlorure d'antimoine dans de l'alcool et on ajoute de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la solution soit devenue claire. L'objet en cuivre bien nettoyé et décapé est plongé dans cette liqueur pendant environ trois quarts d'heure ; au bout de ce temps, il est recouvert d'une couche brillante d'antimoine très-adhérente. De la fonte préalablement cuivrée au moyen d'une solution alcaline de chlorure de cuivre, se recouvre également d'une couche d'antimoine quand on l'immerge dans ce bain.

M. Dullo[2] recommande la méthode suivante pour cuivrer la fonte ou le fer.

On décape soigneusement l'objet à cuivrer en le brossant et le lavant avec de l'acide chlorhydrique ; on le met dans un bain faiblement acide d'où on ne le retire qu'au moment de le plonger dans le bain de cuivrage. Ce dernier se prépare en dissolvant 25 grammes d'oxyde de cuivre dans 170 grammes d'acide chlorhydrique et en y ajoutant 1/4 de litre d'alcool. L'objet en fonte est laissé pendant quelques heures dans ce bain froid ; il se recouvre bientôt d'une couche de cuivre assez épaisse et fortement adhérente. La solution de chlorure de cuivre ne doit être ni acide, ni trop concentrée.

L'emploi de l'alcool a pour but de modérer ou de ralentir la précipitation d'un métal de sa solution par un autre métal, et par là de provoquer la séparation d'un précipité beaucoup plus divisé. Si pour la solution cuivrique précédente on n'emploie que de l'alcool et pas d'eau, il se produit bien encore un précipité de cuivre métallique, mais généralement en couche excessivement mince.

Quand l'objet en fer est recouvert d'une couche de cuivre assez épaisse, on le retire du bain, on le lave d'abord à l'eau, puis à plusieurs reprises et successivement avec une solution de carbonate de soude et avec de l'acide chlorhydrique faible ; enfin on le sèche dans un endroit chaud.

Une pièce ainsi cuivrée peut encore être recouverte d'une belle couche d'un blanc d'argent lorsqu'on la plonge dans une solution de 10 grammes de chlorure de fer dans 1/2 litre d'alcool, et qu'on la met en contact avec une lame de zinc. On accélère la réaction en chauffant légèrement le bain.

**Argenture galvanoplastique**[3]. — Dans la fabrique de M. Elkington à Birmingham, on pratique l'argenture par voie galvanique de la manière suivante. Les objets à argenter sont bien nettoyés et décapés, puis lavés avec une solution faible d'azotate de mercure : il se dépose à leur surface une faible couche de mercure. On les plonge alors dans le bain d'argent en les suspendant à des crochets en cuivre qui communiquent avec le zinc d'une pile de Bunsen. On prépare le bain d'argent en dissolvant à chaud 2 parties d'argent pur dans 6 parties d'acide azotique, évaporant

1. *Deutsche illustr. gew. Zeit.*, 1865, n° 2.
2. *Bættger. polyt. Notizbl.*, p. 61.
3. *Illustr. Gewerb. Zeitung*, p. 29.



à sec et reprenant le résidu d'azotate d'argent par 25 parties d'eau; on précipite par une solution de 2 parties de cyanure de potassium dans 10 parties d'eau, et on dissout le précipité bien lavé dans 2 parties de cyanure de potassium en solution concentrée, enfin on étend d'eau de manière à obtenir 100 parties de solution. Le précipité argentin qui se dépose sur les pièces amalgamées, est toujours un peu mat; il prend un très-beau lustre lorsqu'on ajoute au bain une petite quantité de sulfure de carbone. Le bain d'argent devant toujours garder le même degré de concentration, on y place des plaques d'argent qui se dissolvent peu à peu, mais pas toujours d'une manière régulière. Lorsqu'on ne s'est pas servi du sulfure de carbone pour obtenir un dépôt brillant, on polit les objets argentés d'abord au moyen d'une brosse en fils de laiton très-fins qui est animée d'un mouvement de rotation excessivement rapide, ensuite on les frotte avec une agathe et on achève de les polir avec du tripoli ou du rouge d'Angleterre.

**Argenture de vases ou de plaques en verre.** — Pour précipiter l'argent sur le verre, on connaît un grand nombre de procédés qui sont suivis surtout pour la fabrication des glaces ou des miroirs argentés. Mais il est très-difficile d'obtenir des produits exempts de taches, et les plus petites impuretés ou les moindres défauts du verre deviennent très-apparents sur la plaque achevée. Souvent aussi le dépôt métallique ne se fait pas régulièrement et la couche d'argent devient plus épaisse en un endroit qu'en un autre. Pour remédier autant que possible à ces divers inconvénients, on a cru jusqu'à présent qu'il était nécessaire d'abandonner le bain à un repos complet pendant la précipitation de l'argent. M. E. Reichardt[1] vient de reconnaître, tout au contraire, qu'en agitant le bain d'argent, le dépôt métallique se répartissait plus également et devenait tout aussi adhérent. Pour obtenir de bons résultats il recommande le procédé suivant :

On se prépare :

1° Une solution de 10 grammes d'azotate d'argent dans 100 grammes d'eau;

2° Une solution aqueuse d'ammoniaque à 13° Cartier ou 0,984 de densité;

3° Une dissolution de 20 grammes de soude caustique dans 500 grammes d'eau;

4° Une solution de 25 grammes de sucre dans 200 grammes d'eau, à laquelle on ajoute 1 centimètre cube d'acide azotique à 36° Bé et qu'on fait bouillir pendant 20 minutes. Après le refroidissement on ajoute 50 centimètres cubes d'alcool et autant d'eau qu'il en faut pour amener toute la liqueur à un volume de 500 centimètres cubes.

On mélange 12 centimètres cubes de la solution argentifère avec 8 centimètres cubes d'ammoniaque et 20 centimètres cubes de la solution de soude, et on ajoute 60 centimètres cubes d'eau, puis on abandonne au repos pendant 24 heures.

Par l'addition de la solution n° 4, la liqueur se trouble et prend une teinte noirâtre due au précipité d'argent très-divisé qui commence à se déposer. Le dépôt se fait plus facilement et d'une manière bien plus égale si l'on secoue fortement le bain. L'argenture de la face interne de vases en verre réussit toujours très-bien; si l'on se propose d'argenter des plaques, on peut opérer dans une cuvette à laquelle on imprime un mouvement d'oscillation. En grand, on se servira de tonneaux dans lesquels on fixera les plaques ou les glaces et qu'on roulera ou qu'on animera d'un mouvement de rotation assez rapide.

E. KOPP.

1. *Polyt. Journ.* t. CLXXVI, p. 139.



# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES

## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

---

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Hydraulique.** — Il y a déjà plusieurs années que M. de Caligny s'occupe de l'étude de modifications au système d'écluses de navigation, et il a présenté à l'Académie plusieurs séries d'expériences sur ce système applicable sur un bief très-court. Le but est de remplir l'écluse en tirant une partie de l'eau du bief inférieur, et de la vider en relevant une partie de l'eau au bief supérieur. Or, d'après l'auteur, ce n'est pas seulement dans les circonstances où un canal n'est pas suffisamment alimenté, que ce système sera applicable ; c'est aussi dans le cas où, un bief étant très-court, on ne peut se servir du système ordinaire d'écluses sans qu'il en résulte des dangers pour les bateaux.

On conçoit d'ailleurs que, si le bief est extrêmement court, il ne s'agit pas seulement d'épargner l'eau par l'ensemble des deux opérations de remplissage et de vidange. Il faut que, pendant le remplissage, la quantité d'eau prise au bief d'amont très-court n'y fasse point baisser le niveau de manière à faire toucher les bateaux qui s'y trouvent, quand même la quantité d'eau restituée au bief d'amont pendant la vidange serait aussi grande qu'on pourrait le désirer.

Dans le système de M. de Caligny, la communication est alternativement établie avec le bief d'aval par un contre-fossé. Or, si l'on dispose à l'extrémité de ce contre-fossé, près du bief d'aval, une porte de flot pouvant d'ailleurs au besoin se fermer d'elle-même au moyen du courant de décharge, cela transformera ce contre-fossé en un véritable bassin d'épargne qu'on peut au reste élargir, si cela est nécessaire, en exhaussant convenablement ses bords, de manière à produire l'effet voulu. Il résulte de ces dispositions qu'au lieu de descendre en entier au bief d'aval, la partie de l'éclusée qui ne sera pas relevée au bief d'amont pendant la vidange, élèvera le niveau dans le contre-fossé, ou bassin d'épargne, car il n'est pas même indispensable, pour le cas dont il s'agit, que cette dernière capacité puisse être mise en communication avec le bief inférieur. Quand l'appareil aura cessé de marcher d'une manière utile et qu'on aura achevé de vider l'écluse par les moyens ordinaires, on commencera à la remplir en levant un tube mobile qui établit alternativement la communication entre cette écluse et le bassin d'épargne ou contre-fossé, dont l'eau entrera par le tuyau de conduite qui débouche par son autre extrémité dans l'enclave des portes d'aval. L'eau se mettra d'abord de niveau dans l'écluse et dans ce bassin d'épargne. Mais, en vertu de la vitesse acquise dans ce tuyau de conduite de très-grande section, l'eau s'élèvera au-dessus de ce niveau dans l'écluse, et baissera au-dessous dans le bassin d'épargne.

M. de Caligny a fait quelques essais de calcul pour déterminer les limites de cette grande oscillation, et il croit pouvoir affirmer que la dénivellation qui sera ainsi obtenue aura une véritable importance. Ce qui restera de l'eau descendue dans le bassin d'épargne sera ensuite retiré en tout ou en partie au moyen du jeu de la machine ; et il est facile de voir que, cette eau étant à un niveau plus élevé que le bief d'aval, il en rentrera dans l'écluse, à chaque période, une plus grande quantité que dans le cas où elle serait puisée au niveau de ce dernier bief. On conçoit cependant qu'il peut être utile que le bassin d'épargne soit au besoin en communication avec le bief

d'aval, au moyen d'une porte de flot, si l'appareil peut vider ce bassin jusqu'au niveau de ce dernier bief.

Quand l'appareil ne marchera plus d'une manière utile, ajoute l'auteur, on fera une autre manœuvre. Le petit bassin d'amont, destiné à mettre en communication la tête de la machine avec le bief supérieur, aura aussi, près de ce bief, une porte de flot à l'entrée du petit canal de communication qui est à son sommet. Si on lève un second tuyau vertical qui, dans ce système, met alternativement l'écluse en communication avec le bief supérieur, il suffira de le tenir levé pendant un temps convenable pour qu'il se produise de ce petit bassin vers l'écluse une oscillation de haut en bas, qui y fera entrer d'autant plus d'eau qu'il y en aura davantage dans la rigole précitée de communication supérieure.

On conçoit que cette oscillation de haut en bas dans l'écluse peut contribuer beaucoup au remplissage si le bassin contenant l'eau qui fait cette oscillation n'est pas de trop petite section. Il y a donc dans le cas des biefs courts, une raison pour augmenter notablement la section horizontale de ce bassin. On peut même dire que, dans des limites très-étendues, l'économie du capital de premier établissement devra seule faire limiter cette section horizontale.

**Papier fait avec de la racine de luzerne.** — M. Caminade a adressé à l'Académie un certain nombre d'exemplaires d'un travail imprimé sur du papier fait avec la racine de luzerne. Il sollicite de l'Académie l'examen de cette découverte.

Le compte rendu ne nous apprend pas si l'Académie a déféré à ce vœu en nommant une commission, et cependant un élément nouveau pour la fabrication du papier aurait une bien grande importance à une époque où le chiffon devient de plus en plus rare.

Il est vrai que de nombreux essais ont été tentés dans cette voie, et M. Prouteaux a examiné dans un travail publié dans les *Annales du Génie civil*[1] soixante-douze brevets d'invention pris pour substituer au chiffon les divers produits du règne végétal et même du règne animal. La plupart de ces essais n'ont pas réussi lorsqu'on a voulu les appliquer sur une grande échelle, d'abord parce qu'il est difficile de se procurer les plantes nécessaires en quantités suffisantes dans les localités où les papeteries sont situées, ensuite parce que la transformation de ces plantes en pâte exigerait des manipulations nombreuses élevant dans des proportions considérables le prix des produits obtenus.

Il n'en serait sans doute pas de même pour le papier provenant de la racine de luzerne, et c'est ce qui nous fait regretter que M. Caminade n'ait pas communiqué à l'Académie quelques données économiques sur le procédé qu'il propose d'employer.

Parmi les produits essayés comme pouvant être employés en remplacement des chiffons, on a aussi signalé les tiges de houblon; nous indiquerons en passant qu'un fabricant belge va plus loin : il veut utiliser la tige du houblon comme matière textile, et déjà il en a obtenu une grosse toile de bonne qualité. Les tiges de houblon les plus épaisses donnent encore un fil très-propre à la fabrication des corderies.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

1. Étude sur les diverses plantes proposées pour remplacer le chiffon dans la fabrication du papier. — *Annales du Génie civil*, 4e année, page 439.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### SÉANCES DES 7 ET 21 SEPTEMBRE 1866.

Le Président de la Société, à l'ouverture de la séance du 7 septembre, a annoncé qu'à l'occasion de la fête du 15 août, MM. Arson, Desbrières, Desgrange, Régnault et Émile Vuillemin, membres de la Société, avaient été nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

Nous sommes heureux de la distinction accordée en la personne de cinq de ses membres au corps des Ingénieurs civils, pour qui les années de service ne sont jamais considérées comme constituant un droit à l'avancement ou aux récompenses honorifiques, — mais dont les travaux, sans avoir le retentissement de ceux qui sont exécutés aux frais de l'État, servent à accroître chaque jour la richesse industrielle de notre pays, et lui permettent de lutter sur les marchés étrangers, avec les nations les plus avancées et les plus favorisées.

Nous avons publié dans notre dernier numéro (septembre 1866) une note de M. Chauveau des Roches sur l'ensemble des travaux de l'Isthme de Suez. Cette note très-intéressante fait connaître l'ensemble des travaux. Nous pourrons donc, dans l'analyse du mémoire lu par M. Lavalley dans les deux séances du mois de septembre, supprimer tout ce qui n'est pas relatif aux travaux exécutés spécialement par MM. Borel et Lavalley.

M. Lavalley, dans son mémoire, se propose de décrire les appareils employés et d'indiquer la marche et solution adoptées pour l'exécution des travaux.

« Vous verrez, dit-il, que ces solutions sont fort simples et en petit nombre, et ne « présentent que fort peu de chances de mécomptes, et vous partagerez, je n'en « doute pas, notre conviction, qu'elles assurent l'exécution et l'achèvement du canal, « comme elles l'ont déjà commencé sur une large échelle. »

L'auteur du mémoire rappelle à grands traits la configuration de l'Isthme qui a 160 kilomètres de longueur.

Sur ce parcours, à partir de la rade de Port-Saïd, dans la Méditerranée, et sur les 8 premiers kilomètres, le canal est tracé dans du sable fin plus ou moins vaseux, au-dessous duquel on rencontre quelquefois des argiles compactes mais s'enlevant à la drague.

Du kilomètre 5 au kilomètre 10, parfois se trouvent des sables agglomérés en bancs minces.

Du kilomètre 10 au kilomètre 38, ce sont des argiles et des vases de consistances variables.

Du kilomètre 40 au kilomètre 95, près le grand lac Amer, ce sont des sables fins, quelquefois légèrement agglomérés, où se rencontrent des couches d'argile, quelques bancs de calcaire et de gypse plus ou moins dur, d'une faible épaisseur.

Au delà, au nord des lacs Amers, le terrain, changeant de nature, devient argileux. Une argile gypseuse forme le fond du petit lac, et avec quelques alternances de sable, constitue le terrain à traverser jusque dans la rade de Suez.

Partout M. Lavalley espère pouvoir employer la drague pour l'exécution du canal.

Le canal doit avoir une profondeur de 8 mètres et une largeur de 22 mètres au plafond. L'inclinaison des berges variera suivant la nature du terrain ; on a décidé, en

outre, qu'afin de permettre l'élargissement ultérieur du canal, on ne ferait, autant que possible, de dépôt que d'un seul côté, et que lorsqu'on serait obligé de faire deux dépôts, on les éloignerait autant que possible des berges.

Le profil en long, considéré au point de vue de la hauteur au-dessus de la mer de ses différents points, peut donc être partagé en trois séries :

1° La partie de moyenne hauteur, qui comprend les étendues où le terrain est à peu près au niveau de la mer, c'est-à-dire les marais de la Méditerranée, la plaine de Suez et les abords des lacs, formant ensemble 75 à 80 kilomètres;

2° La partie basse qui comprend la traversée des lacs Timsah et Amers;

3° La partie haute qui se compose des plateaux assez élevés, El Ferdane ou El Guisr du côté de la Méditerranuée, le Sérapeum et Chalouf vers la mer Rouge

Sur tout son parcours, le canal traverse une étendue de terrain, qui, il y a quelques années était le désert. La Compagnie concessionnaire du canal a d'abord créé Port-Saïd, puis un canal amenant l'eau douce tout le long du tracé, puis la ville d'Ismaïlia, et enfin, par l'exécution de travaux très-importants au point de vue du résultat obtenu, a établi une communication par eau d'une mer à l'autre, assurant ainsi la possibilité des approvisionnements rapides, d'un bout du canal à l'autre.

Tous ces travaux avaient été exécutés avec l'aide des fellahs, mais le jour où le vice-roi d'Égypte transforma la subvention fournie en main-d'œuvre par une subvention en argent, il fallut renoncer aux moyens d'exécution employés jusqu'alors, et c'est alors que la Compagnie conclut divers traités avec des entrepreneurs pour l'exécution du canal définitif.

MM. Borel et Lavalley se chargèrent des travaux qui pouvaient être exécutés à la drague et de quelques autres dépendant des premiers : — ce sont ces travaux qui font l'objet principal du mémoire.

Pour les terrains dont le sol est à peu près au niveau de la mer et qui comprennent la traversée des marais depuis Port-Saïd jusqu'au pied d'El Fardane et la traversée de la plaine et des lagunes de Suez, il était naturel de se servir de la drague; c'est ainsi que la Compagnie concessionnaire a commencé à creuser à Port-Saïd quelques chenaux, qui ont été agrandis successivement.

Aujourd'hui, MM. Borel et Lavalley employent des dragues dont les coques sont en fer. Elles sont à une seule élinde dont le pied dépasse l'avant de la coque pour que la drague puisse ouvrir un chemin devant elle dans le terre-plein. Les godets ont une capacité de 400 litres, la machine à vapeur est à 2 cylindres d'une force de 35 chevaux, de 225 kilogrammètres, mesurée sur le piston, elle marche à moyenne pression avec condensation.

Tous les mouvements de relèvement et d'abaissement d'élinde, de papillonnage, d'avance, etc., se font à la vapeur.

Les porteurs de vase employés pour porter les déblais en mer, viennent en partie d'Angleterre, et en partie de France.

Les premiers portent environ 166 mètres cubes.

Leur machine à vapeur est d'environ 50 chevaux; elle marche à moyenne pression avec condensateur à surface. Il n'y a qu'une seule hélice.

Les porteurs de France sont à haute pression, sans condensation; les chaudières marchent à l'eau douce ; ces bateaux portent 200 mètres cubes de déblais.

La vitesse des uns et des autres est de six à sept nœuds (12 à 13 kilomètres par heure).

Le draguage du chenal et du bassin de Port-Saïd sera entièrement achevé comme il a été commencé.

On ouvrit d'abord des rigoles latérales de 18 à 20 mètres de large au moyen de

dragues dont les godets amenaient à la fois ou alternativement des déblais et de l'eau, et se déversaient dans des couloirs allongés jusqu'à 18 mètres qui déposaient les déblais sur le bord même[1].

Mais lorsqu'il fallut élargir les rigoles, déposer les draguages sur des berges plus élevées, il devint nécessaire de modifier les dispositions adoptées d'abord.

Les dragues actuelles sont à haute pression, sans condensation, avec machines horizontales de 14 à 18 chevaux, transmettant par des courroies le mouvement aux engrenages qui commandent les arbres des tourteaux.

Les coques en fer ont 22 et 25 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur.

Pour leur permettre de recevoir de longs couloirs, leur stabilité a été augmentée par l'addition à chaque bord d'un chaland en bois de 3 mètres de large sur 12 de long, et fortement assujetti contre la drague.

La capacité des godets de ces dragues est de 100 à 150 litres; il en passe environ 20 par minute.

Les couloirs sont en tôle; ils ont 1m,20 de large; leur section est celle d'une demi-ellipse dont le grand axe est horizontal.

Leur inclinaison est de 6 à 8 p. 100; la longueur varie de 20 à 22 mètres.

Seulement sur deux de ces dragues ont été installées des pompes pour verser l'eau dans le couloir.

Seize de ces dragues ont servi à faire environ 30 kilomètres d'un chenal neuf ayant 18 à 20 mètres de large, sur une profondeur variant de 2 à 3 mètres.

Des travaux de renforcement de berge, de creusement de rigoles aux approches de Port-Saïd ont été faits au moyen des grandes dragues que la Compagnie avait fait construire, et auxquelles ont été adaptés des couloirs de 25 mètres et des pompes supplémentaires.

Les terrains traversés ont varié du sable à l'argile, de l'argile compacte à l'argile vaseuse assez molle.

Les faits suivants ont été observés :

1° Les sables fins descendent facilement avec une inclinaison du couloir de 4 à 5 centimètres par mètre, et une quantité d'eau égale à peu près à la moitié du déblai solide ;

2° Les vases, pourvu qu'elles soient assez molles pour se délayer facilement, descendent dans des couloirs d'inclinaison presque insensible ;

3° Les argiles, quelque grande ou quelque faible que soit leur tenacité, se comportent tout autrement que le sable. L'eau versée sur le papillon n'en délaye qu'une très-petite partie et divise à peine les morceaux.

La pente des couloirs a varié pour l'argile de 6 à 8 centimètres par mètre. Avec une pente ne dépassant pas 5 à 6 centimètres au moment où la drague commençait à fonctionner, le déblai engorgeait le couloir sur une certaine longueur. La drague sous ce poids prenait de la bande, l'inclinaison du couloir augmentait et son contenu partait. Le déblai marchait ainsi avec une certaine intermittence.

Avec la pente de 7 à 8 centimètres le fonctionnement était plus régulier.

Les argiles qui ont présenté le plus de difficultés étaient celles qui, se trouvant en contact avec un banc de sable, s'en trouvaient mélangées. Les morceaux ne glissaient les uns sur les autres, et sur le fond du couloir qu'avec beaucoup de peine. L'eau, en détachant les particules d'argile molle, semblait nuire au lieu d'aider au mouvement.

En résumé si, pour le sable, l'injection de l'eau par une pompe supplémentaire est

1. Voir dans les Comptes rendus des séances de la Société des Ingénieurs civils, dernier bulletin trimestriel de 1854, une communication de M. Badois.

absolument indispensable, elle ne l'est pas pour les vases et l'argile; pour faire descendre l'argile, il suffit de verser assez d'eau pour baigner la masse et la soulever : la pente du couloir doit faire le reste.

Des jets lancés fortement aplatissent les aspérités sur lesquelles ils frappent et ne divisent pas les morceaux; ils n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

L'auxiliaire le plus commode, le plus simple, consiste dans le travail de trois ou quatre hommes qui, marchant sur des planches faisant passerelle le long du couloir, aident à la descente en poussant avec des rabots.

Toutes les fois que le cavalier s'est élevé assez haut pour toucher au couloir, celui-ci s'est engorgé, quelle que fût la nature du déblai, quelle que fût la quantité d'eau versée.

A ces observations M. Lavalley en ajoute quelques autres concernant la forme qu'affecte le remblai ainsi formé : pour le sable il a une forme trapézoïdale dont le talus extérieur est à 4 à 5 p. 100 d'inclinaison, le talus intérieur ayant une inclinaison variable suivant les moyens qu'on emploie pour le soutenir. Il n'y a pas de foisonnement. Pour les vases, l'inclinaison du talus dépend de la quantité d'eau qu'elles contiennent. Enfin, pour les argiles, le talus dépend et de la dureté de l'argile et de la quantité d'eau amenée, mais son profil extérieur affecte la forme d'une courbe concave par dessus, dont la tangente, au point le plus haut, est 10 à 12 p. 100, tandis qu'elle est presque horizontale en bas.

Sur plusieurs points, les talus de la cuvette du canal ne tenaient pas tout à fait à l'inclinaison prévue de 2 de base pour 1 de hauteur; ces talus s'adoucissaient jusqu'à 2 1/2 et 3; il fallait, ou élargir le plan d'eau, ou réduire la largeur au plafond. Le passage des embarcations, et surtout des canots à vapeur, attaquait assez fortement les berges dressées à l'inclinaison de 2 sur 1, et les faisait s'ébouler.

On fut conduit alors à donner au plan d'eau une largeur de 100 mètres, suffisante dans tous les cas, et à reporter les crêtes intérieures des cavaliers à 120 mètres de distance l'un de l'autre, soit à 60 mètres de l'axe du canal.

Il fallut chercher le moyen de mettre sur chaque rive au moins 200 mètres cubes de déblais par mètre courant. L'emploi des longs couloirs donnait la solution complète du problème.

Puissamment aidés par le concours éclairé et dévoué de M. Lecointre, l'ingénieur en chef des Forges-et-Chantiers de la Méditerranée, nous sommes arrivés, dit M. Lavalley, à des moyens pratiques de réaliser le transport des déblais dans les conditions imposées.

Les avantages de ce mode de transport n'ont pas besoin d'être énumérés. Il supprime d'un coup les grues et les caisses, les pontons de débarquement, les wagons, les rails, etc. Il enlève surtout l'incertitude de réussite du wagonnage sur des remblais de vase, d'argile détrempée, ameublie par l'attachement des godets.

Le couloir est un organe inerte non susceptible de dérangement, la drague qui en est munie n'est plus solidaire pour son travail d'une série d'appareils. De plus, l'emploi de la drague permet le travail de nuit.

Voici les principales dispositions des appareils qui ont été construits :

Les dragues munies des longs couloirs sont, comme les autres, à une seule élinde dont le pied dépasse l'avant de la coque.

Les coques ont 33 mètres de long sur $8^{m},25$ de large.

L'axe du tourteau supérieur est à $14^{m},70$ au-dessus de l'eau.

L'arbre de la machine à vapeur porte un tambour commandant successivement les deux pompes rotatives placées sur la drague et qui se servent réciproquement de rechange.

La longueur du couloir mesurée à l'axe de la drague, est de 70 mètres. Sa section est celle d'une demi-ellipse; il a 60 centimètres de profondeur sur $1^{m},50$ de large.

La largeur du puits vertical dans lequel les godets laissent tomber leurs déblais, étant plus grande que la largeur du couloir, le raccordement se fait par un rétrécissement graduel aussi long que possible.

Le couloir est roidi dans sa longueur par deux cours de poutre à larges treillis qui reposent à environ le tiers de leur longueur sur un chaland en fer.

M. Lavalley indique ensuite les dispositions prises pour faciliter le service du couloir, son entraînement par la drague et son transport au lieu d'emploi.

Et il ajoute : « L'éloignement des ateliers d'Europe, la necessité de terminer « rapidement les travaux, nous ont fait accumuler toutes les précautions. Plusieurs « seront certainement inutiles, mais ce sont comme des primes d'assurance qu'il « est toujours sage de payer.

« Les Forges-et-Chantiers de la Méditerranée nous construisent vingt de ces « dragues avec longs couloirs.

« Plusieurs travaillent et réalisent et même peut-être dépassent nos espérances. »

Les avantages de ces appareils sont tels que MM. Borel et Lavalley cherchèrent à en étendre l'emploi le plus possible.

L'axe du tourteau étant de 14m,70 au-dessus de l'eau, cette hauteur permettra de creuser avec la drague à couloir la section entière du canal, sur toute la traversée des lacs de la Méditerranée, de la plaine de Suez et des abords des grands lacs, à l'exception seulement de quelques parties assez courtes, où le terrain est un peu trop haut.

Il eût fallu, pour ces dernières parties, des dragues dépassant de beaucoup la hauteur de 14m,70; on ne pouvait y songer, et une autre solution devenait nécessaire.

On avait espéré jusqu'alors la trouver dans l'emploi de grues roulantes et tournantes, d'une volée de 10 mètres, desservies par un système de wagonnage ordinaire; mais l'adoucissement des talus des berges par l'action des eaux du canal, la résistance insuffisante de ces berges pour le poids des grues, l'inconsistance des remblais mouillés provenant du dragage, enfin la dépense excessive de fonctionnement, n'ont pas tardé à montrer les défauts du système. Il devenait inapplicable pour l'exécution du profil élargi avec berges à faible pente.

Il a fallu combiner un appareil qui, mobile dans le sens longitudinal, mais fixe dans le sens transversal, permît de loger du premier coup en cavalier, et sans reprise ni wagonnage, un cube égal à la moitié au moins du cube à extraire par mètre courant du canal élargi selon le dernier profil adopté.

Des indications précieuses furent données dans ce sens par M. Voisin, directeur général des travaux, qui étudiait de son côté cette question.

Cet appareil consiste en une sorte de grue Arnoux dont le pont d'une grande longueur, au lieu d'être soutenu à ses deux extrémités, l'est en son milieu par un chariot qui roule sur une voie de fer posée sur la berge, tandis que la partie du pont du côté de l'eau s'appuie sur un chaland. Ce pont a une inclinaison de 23 p. 100. Il est formé de deux poutres qui, à l'une de leurs extrémités, sont à 3 mètres au-dessus de l'eau et à l'autre à 14 mètres au-dessus du terrain. Le chariot qui sert à enlever les caisses de déblais est mis en mouvement par une machine à vapeur portée par les poutres et dont la chaudière est dans le chaland.

Les caisses se vident automatiquement; elles ont une capacité de 3 mètres cubes. Leur forme est analogue à celle des wagons de terrassement à bascule; seulement la charnière est à la partie supérieure de la porte.

Pour transporter les caisses à déblais de la drague à l'élévateur on emploie des flotteurs qui portent chacun sept caisses. Ces flotteurs se composent de deux longues boîtes rectangulaires en tôle ayant 17m,50 de long, 1m,10 de large, sur 1m,25 de haut. Ces deux boîtes sont maintenues à la distance de 3 mètres.

Chaque drague sera desservie par deux élévateurs placés en face l'un de l'autre,

l'un sur la rive Asie, l'autre sur la rive Afrique. La drague sera toujours le plus près possible de ses deux élévateurs, de façon à réduire au minimum la distance de transport.

La hauteur considérable que les élévateurs permettent de donner aux cavaliers de dépôt, correspond à un très-grand cube, même avec les talus assez raides que prennent les terres tombant des caisses. Ce cube pourra, en cas de besoin, être augmenté dans une très-forte proportion. Il suffira, pour cela, de faire tomber sur le talus extérieur l'eau qu'une pompe placée sur le chaland donnera en quantité aussi grande qu'il sera nécessaire.

La mise en chantier des dragues à long couloir et des élévateurs ne présente pas de difficulté sur toute la traversée des lacs de la Méditerranée, où existent, à droite et à gauche, des chenaux d'une vingtaine de mètres de large sur près de deux mètres de profondeur. Sur toute cette étendue, les dragues, les couloirs, les élévateurs, construits à Port-Saïd, arrivent par ces chenaux tout montés.

Il a fallu faire ces premiers travaux aussi dans la plaine de Suez.

Cette plaine est sensiblement au niveau des hautes marées d'équinoxe, et l'eau s'y trouve presque partout au niveau du sol, provenant des infiltrations du canal d'eau douce placé, comme nous l'avons dit, à un niveau supérieur.

Dans cette plaine, le canal a été déblayé à bras dans sa largeur jusqu'au niveau de l'eau, et, au moyen de ces déblais, on a formé des bourrelets derrière lesquels les premières dragues verseront leurs déblais.

Ces premières dragues ont des couloirs de 25 mètres. Elles font à droite et à gauche deux rigoles bordures, comme dans les marais de la Méditerranée. Puis viendront les grandes dragues à long couloir, et pour les parties les plus hautes, les dragues à élévateurs.

Les dragues attaquent cette longue plaine par son extrémité, au pied de la hauteur de Chalouf, et par un point situé vers le tiers de sa longueur et partant de Suez, en face du 83e kilomètre du canal d'eau douce.

A cause de la différence de niveau du canal d'eau douce et des eaux de la plaine, une assez sérieuse difficulté se présente à l'introduction des dragues; voici comment elle a été surmontée.

Les dragues montées et essayées à Port-Saïd, arrivent dans la plaine de Suez, allégées seulement des pièces qu'on peut, sans peine, remettre en place sur le chantier de draguage. Elles suivent le canal maritime jusqu'à Ismaïlia où, par les deux écluses construites en ce point, elles s'élèvent dans le canal d'eau douce qui les amène en face du kilomètre 83 où le canal d'eau douce coupe une espèce de terre-plein qui s'avance en saillie sur la plaine.

Un bassin faisant port du canal d'eau douce a été creusé dans ce terre-plein. A la suite, un second bassin creusé jusqu'au niveau des eaux d'infiltration, sert comme un sas d'écluse.

En établissant d'abord la communication entre les deux bassins, les dragues et le matériel accessoire peuvent être introduits dans le second. Les dragues, munies de leurs couloirs de 25 mètres, approfondissent le bassin jusqu'à 2 mètres en contre-bas des eaux de la plaine. Ce travail fait, le barrage entre les deux bassins est fermé; l'eau du second s'écoule, et les dragues descendent à leur niveau définitif. La première se creuse un chenal en versant ses déblais sur le bord, les autres la suivent. Arrivées sur l'emplacement du canal maritime, deux des dragues se retournent vers le nord, creusant, l'une, le chenal bordure côté Afrique, l'autre, le chenal Asie. Deux autres en font autant en se dirigeant vers le sud.

A mesure que ces dragues avancent, d'autres, armées de leurs couloirs de 70 mètres, se placent derrière et achèvent le canal.

L'introduction des dragues qui attaqueront la plaine en partant du pied de Chalouf, se fait d'une façon analogue. En cet endroit, le canal d'eau douce est très-rapproché du canal maritime, et le canal des Pharaons, que la Compagnie a utilisé près de là pour le canal d'eau douce, sert de sas d'écluse.

Le canal, dans toute la plaine de Suez jusqu'aux lagunes, s'exécutera d'abord sans qu'il y ait aucune communication avec la mer Rouge. Ainsi seront évités les variations de niveau des marées toujours gênantes pour le draguage.

Plus tard, quand l'eau devra être introduite dans le bassin des petits lacs, un barrage à peu près au niveau moyen de la mer Rouge sera établi à l'entrée des lagunes. Ce barrage, muni de vannes de retenue, laissera entrer l'eau pendant la haute marée, et le niveau dans la plaine ne variera qu'entre les limites qu'il sera possible de fixer.

Le creusement du canal, depuis la rade jusqu'auprès du point où il s'arrête, la section de la plaine de Suez, se fera au moyen de dragues desservies par des porteurs de déblai semblables à ceux employés à Port-Saïd.

Ces porteurs, construits par les Forges-et-Chantiers de la Méditerranée, sont en deux morceaux réunis par des boulons. Ces deux parties seront séparées à Port-Saïd. La partie d'avant a environ 7 mètres, l'autre en a moins de 32. Elles pourront donc, convenablement soutenues par des flotteurs construits *ad hoc*, passer par les écluses du canal d'eau douce. La disjonction et la réunion des deux parties se font facilement à l'eau sans qu'on soit obligé de les tirer à terre.

Les abords des grands lacs, où le terrain est assez élevé pour que le cube du déblai du canal permette de constituer des banquettes, se trouvent dans des conditions favorables à l'emploi des dragues à longs couloirs. Ce sont ces appareils qui seront appliqués.

Tels sont les moyens d'exécution pour le chenal et le port de Port-Saïd, le chenal de Suez et toute la partie du canal où le terrain est à moins de 2 mètres au-dessus du niveau des deux mers, c'est-à-dire pour une longueur totale d'environ 90 kilomètres, et pour un cube d'environ 40 millions de mètres.

Les différents appareils se répartissent ainsi cette quantité :

| | |
|---|---|
| Les dragues à porteurs allant en mer, feront..... | 10,000,000$^{m3}$ |
| Les dragues à élévateurs....................... | 5,000,000$^{m3}$ |
| Les dragues à longs couloirs.................... | 25,000,000$^{m3}$ |

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

(*La fin au prochain numéro.*)

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

---

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

(Planches XXXIII, plan; XXXIV, coupe.)

**Résumé de la situation des travaux du Palais.** — A l'exception de certains détails intérieurs en cours d'exécution, tels que la serrurerie, la peinture, les aires, boiseries, refends, hourdis, cloisons, enduits et autres légers ouvrages assez nombreux, mais pouvant être facilement terminés en hiver, sous le couvert



des galeries, on pourra bientôt considérer comme touchant à leur achèvement les principaux travaux du vaste monument où viendront converger, à une époque maintenant très-prochaine, les produits industriels les plus remarquables de notre temps.

Il n'est donc pas inopportun, sans anticiper sur les appropriations et les embellissements à venir, de résumer succinctement la situation actuelle de l'ensemble des constructions entreprises au Champ de Mars, et d'en indiquer les particularités saillantes avec le plus de précision possible, non pas en essayant de décrire ce que sera le Palais complétement terminé et encadré dans les magnificences de son parc extérieur, mais en bornant nos indications aux résultats et aux progrès déjà obtenus et réalisés jusqu'au moment où nous écrivons ces lignes.

Pour l'intelligence des détails qui vont suivre, nous avons figuré aux pl. XXXIII et XXXIV la disposition en plan des galeries au niveau de la naissance des colonnes et piliers, et la coupe transversale des mêmes galeries, en nous basant sur des documents originaux et des indications recueillies pendant le cours des travaux.

On sait que le Palais de l'Exposition, inscrit normalement au centre de l'immense rectangle formé par le Champ de Mars, a les mêmes lignes d'axe que ce dernier; par suite, sa plus grande longueur est dirigée, comme celle du rectangle, de l'Ecole-Militaire vers le pont d'Iéna. C'est cette direction que nous avons représentée à la pl. XXXIII, dans le sens de gauche à droite, sans nous préoccuper de l'orientation, et en supprimant en partie le côté supérieur de la figure, entièrement identique à l'autre côté.

Les dispositions reproduites dans ce dessin s'appliquent seulement au bâtiment général dont la surface, circonscrite par la bordure du trottoir extérieur, présente les dimensions ci-après indiquées, calculées sans tenir compte des aménagements du parc et des jardins extérieurs, auxquels nous nous proposons de consacrer prochainement un travail et des dessins spéciaux.

*Dimensions du Palais.* La partie rectangulaire de l'édifice ayant une ligne de base de 110 mètres et une hauteur totale de $190^m \times 2$ sur les deux moitiés de l'axe transversal, soit 380 mètres, sa superficie est de . . . . . . . . . . . 41.800$^m$

Les deux demi-cercles formant les extrémités du Palais du côté de l'École-Militaire et du côté de la Seine, ont chacun 190 mètres de rayon et peuvent être considérés comme un seul cercle ayant pour surface $\pi\,\overline{190}^2$, soit $3.1416 \times 36.100^m$, égale. . . . . . . . . . . . . . . . 113.412

Superficie totale. . . . . 155.212$^m$

La surface du jardin ou square intérieur circonscrit par la ligne d'axe des piliers ou colonnes supportant la marquise, étant de $20^m,85 \times 41^m,70$ pour la partie rectangulaire et de $\pi\,\overline{20.85}^2$ pour l'ensemble des deux demi-cercles accolés, soit environ . . . . . . . . . . . . 5.952

il reste pour la surface développée des galeries (*non compris* annexes, jardins, etc.) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 149.260$^m$

En 1855, le développement de l'exposition française, *y compris* les annexes, jardins et divers accessoires, n'était que de 101,750 mètres. L'exposition de 1862, de Londres, installée dans le palais de Kensington, n'offrait qu'un emplacement de 114,483 mètres (*y compris* les annexes et jardins, et en comptant aussi les augmentations provenant des galeries supérieures). — Ces chiffres, déjà considérables, paraissent toutefois bien restreints si on les compare à la surface de notre futur Palais, et surtout à l'immense superficie totale du Champ de Mars, qui atteint bien près de 480,000 mètres carrés.

Quant au développement et aux dimensions respectives des galeries circulaires et transversales du Palais de l'Exposition de 1867 et des passages, couloirs et déga-

gements de service qui les complètent, il est facile de les apprécier en jetant les yeux sur la pl. XXXIII, qui fait ressortir, entre autres indications détaillées plus loin, les largeurs des galeries, mesurées sur la ligne de rayon, l'espacement des divers systèmes de colonnes et piliers, et enfin d'autres dispositions générales n'offrant pas moins d'intérêt.

*Fondations.* La consistance et la régularité des terrains graveleux et sablonneux qui forment le sol du Champ de Mars et qu'on a pu fouiller en tous sens et assez profondément sans difficulté et sans être gêné par les eaux, a permis d'établir rapidement, et dans d'excellentes conditions, les maçonneries des constructions souterraines du Palais, et notamment les lignes et massifs de fondation des diverses parties de l'édifice, ainsi que les murs des galeries et couloirs d'aérage, etc. — L'épaisseur généralement donnée à ces murs inférieurs établis en moellons, sable et ciment a été portée à $0^m,40$, $0^m,50$ et $0^m,60$ au maximum, suivant la hauteur ou la destination des maçonneries.

Les socles ou dés de fondations sur lesquels ont été dressés les supports de la charpente en fer forment des prismes à peu près cubiques de $1^m,50$ environ de côté pour les piliers de la grande nef, et de $0^m,80$ à $0^m,90$ pour les piliers secondaires et les colonnes des galeries légères. Ces massifs, également construits en maçonnerie de moëllons, sable et ciment, ont été évidés à leur milieu, au moins dans les rangées correspondantes aux piliers en tôle des principales galeries, pour recevoir les poteries destinées à l'écoulement des eaux.

Nous croyons devoir classer aussi, sinon dans les travaux proprement dits de fondations, au moins parmi les ouvrages du sous-sol présentant une certaine importance, les égouts collecteurs et transversaux du Palais, dont le diamètre varie de $0^m,30$ à $0^m,40$, et qui sont disposés de façon à ce que les eaux pluviales et de service intérieur de chacune des galeries s'écoulent par des ramifications en cul de sac vers les égouts rayonnants, perpendiculaires aux égouts collecteurs qui déversent eux-mêmes leurs eaux dans l'égout primitif de la ville. Ce dernier canal forme, à partir des abords de l'École-Militaire, deux branches qui viennent se bifurquer sous le Palais, au centre du demi-cercle de la partie la plus éloignée de la Seine et se réunissent en une seule galerie se dirigeant en définitive vers la rivière, en aval du pont d'Iéna. Nous espérons pouvoir donner plus tard des indications détaillées et un dessin d'ensemble sur cette intéressante canalisation souterraine.

Les principales conditions de tracé de la grande galerie d'aérage (de près de 10 mètres de largeur) et de ses branchements et puits de prise d'air (de 3 mètres de largeur et $7^m,50$ de section) ayant été mentionnées dans les nos des *Annales* de janvier, p. 49, et juillet, p. 498, et se trouvant d'ailleurs indiquées en coupe à la pl. XXXIV, nous ne reviendrons pas pour le moment sur cet objet.

Enfin, immédiatement au-dessus du niveau des fondations, le sol de la grande nef des machines est formé d'une aire générale en béton achevée sur tout le pourtour et interrompue seulement de distance en distance par les plates-formes également en béton que l'on a commencé d'établir dans la même galerie pour y fixer les machines exposées mues par la vapeur, ainsi que les divers appareils devant se rattacher à l'arbre de couche et aux chaudières motrices dont nous avons parlé dans le précédent numéro des *Annales*. — L'aire de la galerie des beaux-arts est formée aussi d'un amalgame très-soigné de sable fin et de ciment reposant sur un lit de gravier et paraissant avoir 3 ou 4 centimètres d'épaisseur. Nous n'avons pas fait figurer ces divers détails à la pl. XXXIV, afin de ne pas multiplier outre mesure les lignes du dessin.

*Disposition des galeries.* La distribution si ingénieuse des galeries en zones concentriques et rayonnantes, qui, tout en permettant de disposer, dans le sens transversal, l'ensemble des objets par nationalité, comportera la répartition et le clas-

sement, dans une même région continue, des produits *similaires* expédiés de tous les points du globe, est trop connue pour qu'il y ait lieu d'entrer dans plus de développements à ce sujet. On peut avoir, d'ailleurs, une idée de la disposition générale et de l'agencement des galeries du Palais, en se reportant à la pl. XXXIII, qui indique notamment la position et l'espacement des nombreuses colonnes cylindriques en fonte du poids de 1,217 kilog., et de $7^m,50$ de hauteur, supportant les galeries intermédiaires, et des 39 ou 40 doubles rangées de grands piliers du poids de 11,533 kilog., de $0^m,80$ à $0^m,90$ d'équarrissage à la *base*, et d'un peu plus de 25 mètres de hauteur, qui forment les points d'appui de la colossale galerie des machines.

Les bas côtés de cette dernière nef, recouverts de pièces de comble à treillis (voir la coupe) sont supportés aussi, comme les fermes de la galerie principale, par des rangées de piliers quadrangulaires composés de feuilles de tôles à boulons et rivets, mais ayant seulement $0^m,40$ d'équarrissage et $7^m,50$ de hauteur. L'une de ces rangées, celle repérée au rayon 131 mètres, présente, entre les axes des socles de fondations, des espacements de 15 mètres semblables à ceux des grands piliers de la galerie des machines. — Dans la rangée extérieure, placée au rayon 185 mètres, c'est-à-dire sur tout le développement du vestibule des aliments, l'espacement des petits piliers prismatiques est limité à 5 mètres, ce qui produit sur ce contour un nombre de supports trois fois plus élevé qu'à chacune des trois rangées précédentes. — Enfin, pour la ligne des colonnes en fonte des galeries légères, l'espacement initial de 15 mètres est généralement partagé en deux parties égales d'environ $7^m,50$ chacune.

Les détails d'exécution de la grande nef des machines ont été réglés de façon à ce que les piliers de chaque ferme, une fois dressés, au moyen du système rappelé au numéro des *Annales* du mois d'août, p. 571, pussent recevoir immédiatement leur grand arc monté en 3 ou 4 pièces, savoir : les deux amorces des naissances, placées à 19 mètres de hauteur du pilier et les parties intermédiaires, fabriquées et disposées de façon à laisser une flèche de 6 mètres depuis la corde de l'arc qui mesure 35 mètres jusqu'au-dessous du cintre. Les piliers étaient ensuite rattachés latéralement par de lourdes sablières, dites pièces de balcon, établies à $7^m,50$ de hauteur, non compris l'épaisseur de la sablière, et par les chaineaux supérieurs placés à une hauteur de près de 19 mètres. Enfin les arcs soutenus tangentiellement par une tige d'écartement fixée à ses extrémités aux sommets des deux colonnes étaient reliés entre eux par des entretoises supportant la couverture en tôle ondulée du comble. D'après le projet, les vides des tympans limités au-dessus du cintre par la partie supérieure des piliers et par la tige d'écartement devaient recevoir un ornement, en feuille de tôle découpée, représenté à la pl. XXXIV ; mais cette disposition, qui n'a pas encore été réalisée, n'est pas définitive et sera peut-être modifiée dans l'exécution.

*Galeries ou passages des grandes avenues.* — L'emplacement de l'exposition étant divisé comme on sait en quatre parties distinctes par deux grandes avenues tracées suivant les axes du Champ de Mars, chacune de ces maîtresses avenues est prolongée sous le Palais lui-même et jusqu'au jardin central par de hautes galeries ou passages couverts de 15 mètres de largeur formant solution de continuité, du côté du pont d'Iéna, de l'École-Militaire, de l'avenue de Suffren et de celle de Labourdonnaye, dans le développement général de la nef des machines et des galeries secondaires. Le passage principal, celui du pont d'Iéna, que l'on termine en ce moment, est formé, comme les trois autres d'ailleurs, à partir du pérystile d'entrée du Palais jusqu'au portique attenant au jardin central, d'une double rangée de piliers quadrangulaires, en tôle, de $0^m,40$ sur $0^m,42$ d'équarrissage et d'une hauteur totale de $16^m,20$, surmontés deux à deux, à leurs sommets, dans le sens

de l'ouverture de la galerie, de pièces de comble très-peu cintrées. Ces piliers sont reliés, du côté de leur espacement latéral de 7 mètres et à une hauteur d'environ 7m,50, par des sablières de 0m,93 de hauteur sur 0m,41 de largeur fixées sur des panneaux de tôle posés de champ et dont la ligne de base inférieure est légèrement cintrée. Les chaîneaux sont remplacés par des sablières hautes dont le parement vertical, à treillis de fer, de 1m,35 de hauteur au milieu et de 0m,60 aux extrémités, forme équerre avec le parement inférieur en tôle de 0m,45 de largeur, auquel il est relié par des fers plats ou coins triangulaires boulonnés et rivés comme tout le système de la grosse charpente métallique.

Ces hautes et larges galeries d'accès qui formeront les principales artères de circulation du Palais ne sont pas encore entièrement couvertes; il est probable qu'elles recevront sous peu de temps un faîtage en zinc et vitrages muni de lanterneaux, et qu'elles seront ainsi largement éclairées, indépendamment de la projection de lumière qu'elles recevront des ouvertures ménagées dans les panneaux cintrés des verrières établis latéralement, comme dans le système de la galerie des machines, à l'entre-deux des piliers.

*Cloisons et ouvertures.* — Les cloisons et parements latéraux de la grande nef exécutés dans les conditions indiquées au nº des *Annales* de septembre, p. 636, et les constructions en maçonnerie de 0m,40 à 0m,45 d'épaisseur, avec chaînes en béton dans le parement des murs, qui limitent dans les divers sens les galeries d'exposition des beaux-arts et du musée archéologique, sont à peu près complétement achevés, mais nous n'avons encore aucune indication à donner en ce qui concerne les ouvrages de la même nature qui seront exécutés pour établir les séparations des galeries intermédiaires. Quant à la disposition en plan des ouvertures, entrées et portiques principaux de l'ensemble des galeries ainsi que des pérystiles établis à l'extérieur, elle est indiquée à la pl. XXXIII, sauf en ce qui concerne les ouvertures secondaires qui ne pourront être relevées avec toute exactitude qu'après l'entière exécution.

Dans le numéro précité des *Annales* de septembre, p. 637, nous avons déjà rappelé que la vaste galerie des machines recevait son principal éclairage des ouvertures latérales, le comble étant formé sauf le long de la panne faîtière d'une couverture pleine en feuilles de tôle ondulée, et que les autres galeries étaient éclairées par le haut au moyen de vitrages alternant avec des parties de couvertures en zinc appliquées sur des boiseries jointives. La pl. XXXIV, indique la disposition générale de ces recouvrements surmontés de leurs lanternes et lanterneaux. Nous joindrons à un prochain article les détails graphiques des diverses pièces de ces combles élégants, ainsi que les dispositions des principaux appareils du cintre de la grande galerie des machines.

*Peinture.* — Les pièces de la grosse charpente métallique avaient reçu avant leur sortie de l'usine une première couche de peinture, qu'on nous a dit être une préparation à base de peroxyde de fer. Après leur montage les mêmes pièces reçoivent sur toutes les surfaces apparentes une deuxième couche de peinture au minium. Dans l'état actuel, la couleur foncée de ces peintures devient encore un peu plus sombre sous le cintre de la grande nef et produit une certaine obscurité dans cette région supérieure. Mais la couche définitive de peinture qui est d'une teinte très-claire fera certainement disparaître cet inconvénient. — Quant aux autres travaux intérieurs de peinture, nous avons dit en commençant cet article qu'ils pourront être facilement continués et terminés, même pendant les plus mauvais jours de l'hiver.

*Jardins, avenues, parcs, etc.* — Il serait superflu, après tout ce qui a déjà été di au sujet des embellissements et des splendeurs qni doivent caractériser l'installation des parcs et jardins formant les dépendances attrayantes de la future exposi-



tion, de relater point par point les nombreux ouvrages accessoires qui s'élèvent déjà de toutes parts et qui se font généralement remarquer par le goût original et le soin extrême apportés à leur exécution. Chaque jour voit éclore en effet une construction nouvelle, et la nomenclature seule des projets admis serait déjà bien longue; aussi devons-nous, cette fois, nous borner à citer comme l'une des plus récentes entreprises la mise à l'œuvre d'un phare électrique destiné, soit au service de l'Exposition, soit à des expériences, et qui doit s'élever, paraît-il, à une hauteur de près de 50 mètres. Les fondations apparentes, ou plutôt le socle de ce grand ouvrage, voisin de l'une des pièces d'eau du parc, sont composées de rocaillages ou blocs de meulière rapportés et disposés avec beaucoup d'art, le tout surmonté d'une plate-forme à laquelle on accède en traversant l'un des bras de la pièce d'eau par un pont rustique également formé d'agglomérations calcaires. Mais en général, à part ces travaux et quelques autres aménagements dont nous avons précédemment parlé, les magnificences futures se devinent plus qu'elles n'apparaissent, et on n'aperçoit en réalité, en ce moment, sur bon nombre de points, que des fouilles de fondations, des maçonneries ébauchées et une multitude d'ouvrages de diverses natures à peine commencés et dont il serait prématuré de faire la description, mais qui n'en marchent pas moins avec une rapidité dont nous avons vu peu d'exemples jusqu'à ce jour.

G. PALAA.

---

**Transports des produits de l'Exposition de 1867.** — Le moment étant évidemment venu de se préoccuper des moyens et conditions de transport des produits destinés à l'Exposition de 1867, il n'est pas sans intérêt de reproduire l'arrêté ministériel pris pour cet objet, à la date du 16 juin 1866, par Son Excellence M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, sur les propositions des Compagnies concessionnaires.

Cet arrêté est ainsi conçu :

ARTICLE 1er.

Le tarif spécial ci-après sera appliqué au transport des produits de toute nature destinés à l'Exposition universelle qui doit avoir lieu à Paris en 1867.

§ 1er. — *Transports sur les chemins de fer.*

Les produits de toute nature (objets d'art et valeurs exceptés), les voitures et animaux, le matériel roulant pouvant circuler sur les voies des chemins de fer français à destination de l'Exposition universelle de 1867 à Paris, seront transportés sur les chemins de fer à *moitié prix* des tarifs généraux et spéciaux des Compagnies.

Le prix réduit ne devra, dans aucun cas, descendre au-dessous de la base de 4 centimes par tonne et par kilomètre.

Mais l'expéditeur pourra toujours demander l'application des tarifs ordinaires, lorsque ces derniers lui seront plus favorables.

Les conditions des tarifs généraux et spéciaux seront applicables aux transports à destination de l'Exposition universelle. Ces transports seront passibles des frais accessoires dont la perception est autorisée par l'administration, ainsi que du droit ordinaire d'enregistrement et du prix du timbre dû au Trésor public.

Moyennant la réduction de 50 p. 100 stipulée ci-dessus sur les prix de transport, les Compagnies sont exemptées de toute responsabilité au sujet des accidents qui pourraient survenir aux animaux transportés, quelle qu'en soit la cause, et même lorsque ces accidents proviendraient du chargement ou du déchargement.

Il ne sera pas admis de voyageurs dans les voitures transportées aux conditions du présent tarif.

§ 2. — *Objets d'art et de valeur.*

Le transport des objets d'art et de valeur sera effectué aux prix et conditions ordinaires des tarifs généraux.

§ 3. — *Transports de gré à gré.*

Sont exceptées du présent tarif les masses indivisibles (autres que wagons, machines et tenders roulant sur la voie) pesant plus de 10,000 kilogrammes et les objets dont les dimensions excèdent celles du matériel.

Le prix de ces transports et de ces masses sera fixé de gré à gré.

Il en sera de même des locomotives, tenders et wagons ne pouvant circuler sur la voie des chemins de fer français.

§ 4. — *Transports dans Paris.*

Le transport dans Paris des objets destinés à l'Exposition universelle pourra être fait, soit par les exposants, soit par les Compagnies de chemins de fer.

Dans le premier cas, les colis seront adressés ou dirigés sur les gares des diverses lignes dans Paris, et enlevés par les destinataires désignés par les exposants.

Dans le second cas, le transport sera fait par les Compagnies, aux prix et conditions suivantes :

Les colis pesant isolément moins de 1,200 kilogrammes seront conduits par camions;

Les colis pesant isolément 1,200 kilogrammes et au-dessus seront conduits par les chemins de ceinture, rive droite et rive gauche de la Seine ;

Les parties d'un même tout, telles que les pièces d'une machine, lorsqu'elles pèseront les unes plus, les autres moins de 1,200 kilogrammes, seront réunies dans une même expédition et conduites à l'Exposition par les chemins de fer;

Les wagons complets en provenance de l'étranger, plombés en douane et adressés aux commissaires étrangers, pourront être amenés par les chemins de ceinture et seront remis, sur les voies de l'Exposition, aux délégués desdits commissaires, lesquels auront à pourvoir au déchargement et à la distribution du contenu de ces wagons;

Le prix du transport dans Paris, lorsqu'il aura été effectué par les Compagnies, sera de 10 francs par tonne ;

La perception aura lieu par fraction indivisible de 10 kilogrammes avec un minimum de perception de 1 franc ;

Les colis transportés par camions seront déchargés sur les voies macadamisées de l'Exposition, aussi près que possible du local affecté à chaque exposant, qui en prendra livraison en ce point; le surplus des déplacements auxquels les colis pourront être soumis demeurera à la charge des exposants ;

Lorsque l'emploi des grues sera nécessaire, le déchargement et la livraison auront lieu à la grue la plus rapprochée du lieu de la destination définitive du colis ;

Les wagons amenés par les chemins de ceinture et l'embranchement du Champ de Mars seront conduits sur les voies spéciales de l'Exposition jusqu'au point le plus rapproché de leur destination, puis déchargés au moyen de grues roulantes fournies par la Commission impériale; à défaut de grues roulantes disponibles, le déchargement sera fait à la grue fixe la plus voisine. Le prix de 10 francs fixé pour le transport dans Paris comprend cette opération.

§ 5. — *Conditions d'application.*

1° Pour jouir des tarifs indiqués ci-dessus, chaque exposant devra présenter à la gare de départ les pièces justificatives constatant l'admission de ses produits à l'Exposition universelle;

2° Les Compagnies ne répondent pas des avaries de route provenant de défauts d'emballage ou de mauvais conditionnement des colis;

3° Tous les transports auront lieu en *port payé* au départ, y compris, si la marchandise est adressée à l'Exposition, le prix du camionnage; au retour, les transports auront lieu en *port dû*;

4° Tous les envois à l'Exposition universelle seront adressés aux délégués désignés par la Commission impériale pour représenter dans le Palais du Champ de Mars les exposants de chaque classe, recevoir les colis et donner quittance au moment de la livraison de ces derniers. Chaque colis devra porter la désignation exacte du lieu où il doit être déposé;

5° Conformément aux dispositions de l'art. 41 du réglement général de l'Exposition universelle, si le destinataire ou son agent n'est pas présent pour recevoir les colis à leur arrivée dans l'enceinte de l'Exposition, les Compagnies remporteront immédiatement lesdits colis, soit dans leurs gares, soit dans un magasin public; elles percevront pour cette opération les frais ordinaires de camionnage et de magasinage;

6° Après la clôture de l'Exposition, la réexpédition de tous les objets exposés aura lieu aux conditions du présent tarif, pourvu toutefois que cette réexpédition soit effectuée dans un délai de *six mois à partir du jour de la fermeture de l'Exposition.*

Article II.

Le présent arrêté sera notifié, etc.

---

Notre prochaine livraison contiendra un parallèle entre les principaux hôpitaux de l'Europe. — Une partie de la planche XXX appartient à ce travail.

---

# VARIÉTÉS.

### Le cuivre en Californie.

L'exploitation des mines de cuivre en Californie a atteint un tel développement, qu'elle promet de dépasser en importance celle des mines de mercure. On peut dire d'avance que ce pays deviendra le lieu de la plus grande production du cuivre dans le monde entier. Les mines y sont riches et nombreuses : on sait qu'à Swansea on peut traiter des minerais contenant 2 p. 100 de cuivre, et les minerais américains en renferment 10 p. 100 et même jusqu'à 20 p. 100. D'énormes bénéfices pourraient être réalisés si le prix du transport à San-Francisco des minerais provenant des filons de Tulare, de Siskiyon, de Plumas et de San-Bernardino permettait leur exploitation. Quinze comtés, depuis San-Diego jusqu'à del Norte, possèdent des filons de cuivre rendant au moins 10 p. 100, mais les transports sont si chers que les points les plus rapprochés de San-Francisco peuvent seuls aujourd'hui être l'objet d'une exploitation lucrative. L'*Union-Mine*, à Copperopolis, exporte par jour 110 tonnes de minerais dont la moitié environ a une richesse moyenne de 20 p. 100. Pour obvier à cette lourde charge des transports, on a commencé à traiter les minerais sur place. La méthode allemande y est généralement employée, et on obtient des gâteaux renfermant 90 à 95 p. 100 de cuivre. On rencontrera bientôt sur le marché de San-Francisco autant de cuivre que d'or et d'argent. Tous les minerais trouvés jusqu'ici sont des carbonates ou des oxydes.

(*Journal of the Society of arts.*)



### L'argent en Californie.

Le *Pic d'Argent* est regardé comme étant aussi supérieur comme richesse à toutes les autres montagnes renfermant de l'argent que les montagnes de fer du Missouri l'emportent sur les autres dépôts ferrugineux.

Le Pic d'Argent est situé à l'est de San-Francisco à l'orient de la Sierra-Nevada et à environ un degré au sud d'Austin. Il est situé à environ 3 kilomètres et demi de Castle-Mount, un ancien cratère qui a une hauteur d'environ 1,500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Auprès du Pic d'Argent est un grand dépôt de sel, et non loin de là une colline de soufre presque pur. La contrée entière a une apparence désolée : elle est entièrement dénuée de végétation et couverte de hauteurs semées çà et là sur une plaine d'une grande étendue. La terrible *Vallée de la Mort*, dans le parcours de laquelle tant de voyageurs ont souffert, n'est qu'à une petite distance au sud-est du cratère du Pic d'Argent. Un petit lac salé, dans l'Utah du Sud, est situé directement à l'est de ce Pic. Tout d'abord, les pionniers à la recherche du précieux métal bornèrent leurs investigations à l'ouest de la Sierra-Nevada, mais les découvertes faites dans le nouveau Mexique et l'Arizona amenèrent une exploration attentive du versant oriental. Il en résulta de grands succès : les plus brillants eurent lieu dans le voisinage d'Austin sur la ligne de la grande route des deux mers. Une ville s'y éleva en trois ans, et le sénateur Nye en évalue la population à 10,000 habitants. De là, les mineurs étendirent rapidement leurs explorations au nord et au sud, et, tout récemment, il y a à peine 6 mois, ils découvrirent cet immense dépôt près de Castle-Mount. Douze gîtes extrêmement riches furent trouvés dans cette seule montagne. Cette découverte inattendue dans cette région est regardée comme la plus importante qu'on y ait faite. Ce nouveau dépôt, supérieur au gîte de Comstoch qui a fourni tant de millions d'argent, est destiné à verser sur notre marché une quantité illimitée de ce précieux métal. (*Journal of the Society of arts.*)

---

# JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

---

**Établissement réglementé. — Arrêté préfectoral. — Autorisation sauf exécution de travaux. — Réserves pour l'avenir. — Arrêté du maire. — Approbation du préfet.**

L'administration, en autorisant l'ouverture d'un établissement réglementé par la loi, a le droit de soumettre le permissionnaire à certaines conditions, notamment à exécuter certains travaux jugés nécessaires dans l'intérêt de la salubrité publique.

La Cour de cassation a même décidé, par un arrêt récent, que le préfet, en donnant l'autorisation, pouvait faire des réserves pour l'avenir, dans le cas où l'expérience viendrait à révéler la nécessité d'autres travaux supplémentaires, et que, ce cas se réalisant, un arrêté municipal, approuvé par le préfet, pouvait prescrire ces travaux supplémentaires. La Cour considère que si c'est au préfet seul qu'aurait appartenu le droit de prendre un tel arrêté, le maire doit être regardé comme n'ayant agi qu'en vertu de la délégation du préfet et sauf l'approbation advenue de ce fonctionnaire. (Arrêté du 3 août 1866.)

Nous nous demandons si cette décision est irréprochable au point de vue juridique. C'est au préfet qu'appartient le droit de prescrire aux directeurs d'établissements

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.

industriels les travaux nécessaires dans l'intérêt de la salubrité publique. S'il peut déléguer dans certains cas au maire la faculté de prendre de telles mesures sous son approbation, au moins faudrait-il, suivant nous, qu'il y eût une délégation positive pour que l'arrêté municipal fût regardé comme légal et que son inexécution constituât une contravention à un arrêté légalement pris par l'autorité administrative.

Cependant nous devons dire que l'arrêt de la Cour de cassation a une importance d'autant plus grande qu'il casse un jugement par lequel le tribunal de simple police de Béziers avait refusé de reconnaître la légalité de l'arrêté municipal pris dans de telles circonstances.

**Entreprise de travaux. — Sous-entrepreneur. — Retard dans l'exécution. — Action en dommages-intérêts contre l'entrepreneur principal. — Recours contre le sous-entrepreneur. — Recevabilité.**

Lorsqu'un entrepreneur principal, qui s'est substitué un sous-entrepreneur pour une portion seulement des travaux entrepris, est actionné en dommages-intérêts pour le retard dans l'exécution, le recours qu'il exerce contre le sous-entrepreneur doit-il être repoussé si aucune faute personnelle n'est établie à la charge de ce dernier, et s'il est, au contraire, constaté qu'il n'a pas été en mesure, par le fait de l'entrepreneur principal, d'exécuter la partie des travaux, objet du sous-traité?

La Cour de Paris avait, par un arrêt du 18 janvier 1865, déclaré valable le recours formé par l'entrepreneur principal contre le sous-entrepreneur.

Mais la Chambre des requêtes de la Cour de cassation a préjugé la question dans un sens opposé en admettant le pourvoi formé contre cet arrêt par le sous-entrepreneur (arrêt du 6 août 1866).

Cette dernière décision nous paraît parfaitement équitable. Sans doute, celui qui fait faire les travaux ne peut actionner que l'entrepreneur principal avec lequel seul il a traité. Sans doute aussi cet entrepreneur a le droit d'actionner le sous-entrepreneur en garantie, si le retard dans l'exécution des travaux provient du fait de ce dernier. Mais si, au contraire, le retard est exclusivement imputable à l'entrepreneur principal, ce dernier doit seul être responsable ; il ne saurait équitablement obtenir de recours contre le sous-traitant qui n'a rien à se reprocher.

**Mort accidentelle. — Travaux de sculpture d'une construction. — Vice d'échafaudage. — Entrepreneur de la maçonnerie. — Entrepreneur de la sculpture. — Responsabilité.**

La Cour de Paris (2e Chambre) a rendu, le 2 juillet dernier[1], un arrêt qui présente un intérêt considérable à notre époque où de nombreuses constructions s'élèvent de tous côtés.

Elle a décidé :

Que c'est à l'entrepreneur de maçonnerie qu'incombe, d'après l'usage, l'obligation de fournir l'échafaudage nécessaire aux ouvriers sculpteurs ;

Que cette obligation entraîne celle de surveiller constamment cet échafaudage par soi-même ou par ses préposés, et de faire opérer les changements successifs que doit entraîner la marche des travaux, de telle sorte qu'il soit toujours en bon état ;

Que par suite l'entrepreneur des travaux de sculpture n'a point à répondre des vices de l'échafaudage amenant la mort d'un ouvrier.

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

1. *Gazette des Tribunaux* du 25 août 1866.

# CORRESPONDANCE.

## Question de la dénaturation du sel.

A l'occasion de la lettre de M. Pouriau, publiée dans notre livraison de septembre, page 647, M. Nicklès nous écrit que « réponse y a été faite dans le *Journal l'Agriculture* du 20 septembre dernier. »

Il nous prie d'y renvoyer le lecteur.

En même temps, M. Nicklès nous prie d'indiquer deux fautes qui se sont glissées dans l'impression de sa lettre.

Page 646, quatrième alinéa, au lieu de *protégent les abus*, il faut lire *protégent* CONTRE *les abus*.

Même page, *note*. — A la place de *sulfate* il faut lire *sulfate de soude*.

## Travaux de l'Isthme de Suez.

M. Chauveau des Roches nous adresse la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Depuis que je vous ai remis l'article sur l'Isthme de Suez que vous avez bien voulu insérer dans le numéro de septembre des *Annales du Génie civil*, la Société des Ingénieurs civils s'est réunie pour entendre la lecture d'un intéressant mémoire communiqué par l'un des entrepreneurs des travaux de l'Isthme, M. Lavalley. Ce mémoire comporte naturellement des développements considérables et donne des détails qui ne pouvaient entrer dans notre cadre restreint : mais presque tous les faits relatés dans les *Annales* se trouvent corroborés par les assertions de M. Lavalley; cependant il est un point que je dois signaler à l'attention de nos lecteurs :

De l'ensemble des renseignements que j'avais recueillis, il semblait résulter que dans la traversée du lac Menzaleh les terres déposées latéralement pour former les digues s'enfoncent dans le sol vaseux de ce lac, en même temps que le fond du canal se soulève, obligeant ainsi à faire un draguage continuel ; je disais à ce sujet, dans ma note, que ce n'était nullement une impossibilité, mais seulement un surcroît de dépense assez important. Il y avait là une erreur. M. Lavalley qui, en raison de sa position d'entrepreneur, aurait eu à faire constater ces soulèvements de fond, n'a rien pu établir de semblable ; quant à la quantité de sable que le vent peut entraîner des cavaliers dans le canal déjà creusé, c'est, au *maximum*, 10 mètres cubes par an et par mètre linéaire de canal. Une seule drague suffirait donc, par la suite, à l'entretien.

Je suis heureux que les craintes de quelques ingénieurs, au sujet du lac Menzaleh, ne se soient pas réalisées. Notre confiance dans la réussite de ce beau travail doit s'augmenter encore après la lecture des documents communiqués par MM. Borel et Lavalley.

Veuillez, M. le Directeur, insérer cette lettre rectificative dans le numéro d'octobre de nos *Annales*, et recevez, je vous prie, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur,
ancien Élève de l'École Centrale.



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

### MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 215 » |
| — des États-Unis | » » |
| — du Chili, brut | 197 50 |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 207 50 |
| Étain Banca | 207 50 |
| — des détroits | 207 50 |
| — anglais | 212 50 |
| Plomb brut de France | 50 50 |
| — d'Espagne | 51 » |
| — d'Angleterre | 51 » |
| Zinc brut de Silésie | 54 50 |
| Autres provenances | 53 50 |

### SAINT-DIZIER (15 octobre).

Les fers marchands de fonte en bois se cotent pour la 1re classe 225; les fers mixtes 218, avec écart de 5 à 10 fr. par classe; les fers au coke 210, avec écart de 10 francs.

Les feuillards 245 la première catégorie, avec écart de 20 fr. par catégorie, et les fers spéciaux 210 fr. la 1re classe, avec écart de 10 fr. par classe.

Les fers martelés de fonte au bois 265; de fonte mixte 255, avec 10 fr. en sus pour les essieux, le tout en gare à Saint-Dizier.

Pour machine n° 20, 240 en fonte au bois; 230 en fonte mixte, et 220 en fonte au coke, en gare aux usines.

La fonte au bois reste cotée au prix de 111 fr.; mixte 100; au coke blanche 76, et la truitée 80 fr. la tonne, en gare aux usines.

### HUILES.

| | |
|---|---|
| Colza brute (tous fûts) 100 kil | 103 50 |
| — en tonne | 105 » |
| — épurée | 113 » |
| Lin brute (tous fûts) | 109 » |
| OEillette commune (hectolitre) | 160 » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 » |

### PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Acide acétique, 8 | 49 à 50 |
| — muriatique | 6 50 à 7 |
| — nitrique, 40 | 48 » |
| — — 36 | 38 » |
| — sulfurique, 66 | 14 à 15 |
| — — 53 | 8 50 à 9 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 » |
| Nitrate de potasse brut | 58 » |
| — raffiné | 64 » |
| Nitro-benzine | 1 80 |
| Sel de soude (75 à 76) | 36 à 39 |
| — (80 à 82) | 38 à 42 |
| Sel d'étain | 205 » |

### BOIS.

| | |
|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 140 |
| Sapins ordinaires | 53 » |
| Poutrelles de Norwége | 60 » |
| Chêne d'entrevous | 0 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 00 |
| — planche (0m,034) | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 75 |

### MAÇONNERIE.

(Paris, octroi, transport compris.)

| | |
|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 » |
| Chaux hydraulique | » |
| — grasse | 28 » |
| Ciment de Portland 100 k | 9 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m.c. | 90 » |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 50 |
| Sable de rivière | 7 25 |
| — de plaine | 4 50 |
| Moellons durs | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 » |

*Le propriétaire-gérant:* EUGÈNE LACROIX.

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

# ÉTUDE

SUR

# L'EXPOSITION DE 1867

## I

L'Exposition internationale de 1867 appellera *l'exemple des faits* de tous les points du globe où la science prépare, aide et explique les inventions de l'esprit humain. Nulle manifestation du progrès industriel dans ses applications les plus utiles n'aura eu un champ d'exhibition aussi vaste, aussi grandiose, n'aura trouvé une occasion plus solennelle de se produire. La curiosité, l'instruction, la critique éclairée viendront y faire une riche moisson; la presse scientifique industrielle devra enregistrer les enseignements féconds qui resteront en définitive de ce grand tournoi de l'invention et du perfectionnement.

Les rédacteurs des *Annales du Génie civil* ont songé, pour cette circonstance, à créer un organe indépendant des attaches officielles, des coteries, des complaisances sollicitées ou payées. Les *Annales du Génie civil* jouissent aujourd'hui d'une notoriété incontestable et ont toujours marché dans une indépendance absolue, comme le veut la vérité éclairée. Le succès qu'elles ont atteint est dû principalement à la valeur de la rédaction, car chaque collaborateur ne traite que les sujets qui lui sont familiers, soit par ses travaux journaliers, soit par ses études. Notre intention avait été d'abord d'augmenter chacun des numéros de la publication d'une demi-feuille et d'une ou deux planches exclusivement destinées au compte rendu de l'Exposition, mais cette augmentation de texte n'aurait pas été en rapport avec les développements dans lesquels doit entrer une Étude profitable au lecteur, comme doit l'être celle que l'on est en droit d'attendre de la part de la rédaction habituelle des *Annales*.

Consacrer entièrement chaque numéro à ce compte rendu n'était pas une idée mieux acceptable que la précédente, car évidemment le mouvement intellectuel et l'esprit d'invention ne s'arrêteront pas plus en France qu'à l'étranger pendant la durée de l'Exposition internationale, et nous ne pouvons pas négliger pendant aussi longtemps les travaux ordinaires qui nous ont valu la faveur d'un public éclairé.

Doubler ou tripler le nombre de pages et celui des planches de chaque numéro sans augmenter proportionnellement le prix de l'abonnement

actuel, c'est une combinaison qui sert admirablement les intérêts des Revues dont la direction peu scrupuleuse sur le choix des moyens accepte sans contrôle les articles préparés par les inventeurs eux-mêmes, et leur laisse même les frais de gravure des planches, comme s'il s'agissait simplement d'un prospectus de concurrence. Telle n'a jamais été, telle ne sera pas notre ligne de conduite, et quelque tentante que soit l'occasion nous ne changerons pas nos allures. La dignité personnelle de nos rédacteurs, le respect que nous avons de nos lecteurs et de la vérité qu'ils ont le droit de nous demander sont des raisons sans réplique.

Après avoir consulté les rédacteurs des *Annales du Génie civil*, convoqués spécialement, et nous être éclairé de leurs lumières, nous nous sommes arrêté à la combinaison suivante. Sa réussite demande le concours de nos fidèles abonnés.

Pendant la durée de l'Exposition, nous publierons un compte rendu sous le titre de : *Études sur l'Exposition universelle de* 1867, par MM. les rédacteurs des *Annales du Génie civil.*

Ce travail paraîtra par livraisons (une ou deux par mois), et leur ensemble formera un ou deux volumes, illustrés de figures dans le texte et d'un atlas ; son format sera celui des *Annales du Génie civil*, dont il sera une annexe.

Nous ne reculerons pas devant les risques d'un sacrifice un peu lourd, il faut le dire, pour satisfaire nos lecteurs actuels, et nous espérons qu'un grand nombre d'entre eux sinon tous, en renouvelant leur abonnement aux *Annales du Génie civil*, voudront bien nous assurer de leur concours en souscrivant à nos *Etudes sur l'Exposition de* 1867.

De l'ensemble des réponses qui nous seront adressées et du nombre des adhésions dépendra la décision définitive qu'il nous reste à prendre. Nous prions donc nos lecteurs de nous faire connaître leur intention le plus tôt possible et nous les prions de se rappeler que notre appel s'adresse autant à leur appui moral qu'à leur aide plus immédiate. — Ils savent comme nous combien est puissant et fécond pour le progrès le souffle de l'association. C'est à cette œuvre d'utilité générale que nous les invitons, tout en leur offrant le moyen de servir leurs intérêts[1], de connaître et de conserver des documents importants, que telles circonstances données peuvent rendre précieux.

EUGÈNE LACROIX,
Dr des *Annales du Génie civil*.

1. Il sera établi un prix de faveur pour MM. les abonnés aux *Annales du Génie civil.*

# NOTE

SUR LE

# CHEMIN DE FER DE BOLOGNE A PISTOIE,

PAR M. **A. CHAUVEAU DES ROCHES**, INGÉNIEUR.

(Planche XXXVI.)

---

La tendance générale des ingénieurs chargés de construire des chemins de fer est maintenant de diminuer le rayon des courbes et surtout d'augmenter les inclinaisons pour réaliser des économies sur les frais de premier établissement. Autrefois ce but ne pouvait être proposé ; la disposition des essieux ne permettait point d'adopter des rayons inférieurs à 500 mètres, et les machines n'eussent pu gravir, même en remorquant le train le moins chargé, des rampes de plus de 15 millimètres. Aujourd'hui la construction des machines locomotives a fait de tels progrès, que les inclinaisons peuvent être portées à un chiffre auquel on n'eût pas songé, il n'y a encore qu'un petit nombre d'années, et que les plus puissantes de ces machines, grâce à l'agencement des essieux, à la structure du châssis, peuvent tourner dans des courbes d'un rayon très-petit. Il n'y a donc plus alors qu'à mettre en parallèle, d'un côté les frais de traction nécessités par l'emploi des machines de montagne, de l'autre la dépense supplémentaire occasionnée par l'exécution d'un tracé étudié selon les anciens errements ; presque toujours la balance penchera en faveur des pentes et courbes fortement accentuées.

Sur la ligne de Vienne à Trieste, dans la traversée du Semmering (Alpes Noriques), on s'est laissé guider par les considérations dont nous venons de parler ; le profil présente de nombreuses pentes, qui atteignent 0,025 par mètre. Tous les ans l'ingénieur en chef de l'exploitation fait parvenir à la Societé des ingénieurs civils des notes sur les dépenses de la traction et les progrès accomplis à ce sujet par la Compagnie; les résultats sont des plus satisfaisants.

En Espagne, pour franchir les Pyrénées et le Guadarrama, il a fallu aussi renoncer aux alignements et aux pentes douces ; néanmoins le gouvernement espagnol avait fixé des limites que la Compagnie n'avait pas la faculté de dépasser ; dans une étude publiée en 1863, un éminent ingénieur a prouvé que ce n'est qu'à partir d'une recette brute de 90,000 fr. par kilomètre que le tracé à pentes de 15 millimètres eût été préférable à celui de 25 millimètres, et qu'au-dessous de ce chiffre de recettes l'avantage fût resté toujours au profil fortement incliné.

Les plus fortes pentes varient, en France, généralement de $0^m,015$

à $0^m,020$ (néanmoins on trouve $0^m,026$ sur les lignes du centre (Bourbonnais) $0^m,027$ dans le Jura, $0^m,030$ dans le Cantal, et $0^m,035$ près de Saint-Germain, sur l'ancien chemin de fer atmosphérique); mais la longueur n'en est que de quelques kilomètres.

En Italie, on a été conduit à se lancer dans cette nouvelle voie pour la ligne qui franchit l'Apennin; la question n'a eté tranchée qu'après mûr et long examen; l'exécution de la ligne de Bologne à Pistoie, dont nous allons dire quelques mots, eût été presque impossible, si l'on ne se fût décidé en ce sens; il aurait fallu, soit un allongement de parcours extrêmement considérable, soit une succession de souterrains très-longs et très-coûteux.

Vers 1851, la *vallée du Reno* avait été fixée comme la plus propre à recevoir les rails destinés à relier le réseau des chemins de fer toscans avec ceux de la vallée du Pô; le point de jonction devant être quelque part entre Florence et Livourne. Une commission nommée *ad hoc* avait été de cet avis; mais elle était vigoureusement combattue par ceux qui avaient connaissance du peu de consistance des terrains de la vallée du Reno et du régime des eaux de ce fleuve toujours menaçant, qui envahit et ravage la basse vallée. On prétendait que les efforts de l'art seraient impuissants à protéger la voie ferrée sur les 50 premiers kilomètres, de Bologne à Porretta.

Dès la formation du royaume d'Italie, une nouvelle commission reçut le mandat d'examiner les travaux de cette ligne, travaux déjà fortement attaqués sur les pentes de l'Apennin, surtout vers le sud; de visiter les lieux avec le plus grand soin, et d'apprécier si l'art de l'ingénieur offrait des ressources suffisantes pour obtenir, au moyen de travaux de consolidation, toutes les garanties de sécurité désirables.

Les membres de cette commission furent les inspecteurs ou ingénieurs *Brighenti*, *Negretti*, *Bella*, *Sella*, *Tarducci*. — L'avis fut favorable à la continuation des travaux qu'on accéléra à partir de ce moment, et qui ont été menés à bon port en quatre années. — Nous allons essayer de résumer, le plus brièvement possible, le rapport assez long des ingénieurs italiens, quelques points offrant certain intérêt.

La ligne de Bologne à Pistoie passe par les localités suivantes : Casalecchio, Sasso, Merzabotto, Sibano, Camugnone, Vergato, Riola, Casale, Porretta, Pracchia, Piteccio. Sa longueur est d'environ 94 kilomètres.

Entre Bologne et Porretta, à l'endroit nommé *Sasso*, où avait été proposé un tunnel, la commission, en passant, avait reporté le tracé sur la rive même du fleuve; mais un nouvel examen fit ressortir les frais considérables à faire pour la construction et l'entretien de la berge, du mur de soutènement de la voie, et pour la digue qu'il eût été nécessaire de composer de blocs assez gros, afin que le courant le plus rapide du fleuve n'eût sur eux aucune action. On revint au premier projet, au souterrain à percer dans le *musoir*, projet à la fois plus économique et plus sûr.

Entre Sibano et Camugnone, sur la proposition de l'ingénieur en chef de la Compagnie, un tunnel fut adopté en remplacement d'une tranchée;

un peu plus loin, au lieu de côtoyer la rive gauche, ce qui avait été l'intention au début, on décida de franchir le Reno par un pont en pierre et de s'établir sur la rive droite, où le terrain fut reconnu beaucoup moins bouleversé, car on n'y apercevait qu'un éboulement de petite importance.

Avant Riola, on avait prévu une tranchée; mais le désordre général du terrain dont les éboulements joignaient le lit du fleuve, conduisit à modifier légèrement la direction de l'axe en l'éloignant du bord et traversant le promontoire par un tunnel situé à une assez grande profondeur.

A partir d'un moulin nommé Mulinaccio, on transporta de nouveau la ligne sur la droite du Reno. Un souterrain profond en fut la conséquence; il se prolongeait sous la plaine élevée de Casale, afin d'éviter un mouvement considérable du sol qui, partant à gauche de Mulinaccio, s'élève peu à peu jusqu'à atteindre une grande hauteur en même temps qu'il rétrécit le lit du fleuve auquel il forme une berge presque à pic. Le tunnel, après avoir suivi toute la plaine de Casale, dut alors déboucher sur la rive du Reno et le côtoyer jusqu'à Porretta.

Un minutieux examen de la montagne de l'Apennin, à Porretta, permit de conclure qu'il n'y aurait d'autre difficulté que celle de la dépense qui pût faire hésiter les ingénieurs, et qu'ils sauraient surmonter tous les obstacles naturels.

La vallée au-dessous de Porretta est limitée par deux hautes collines composées de bancs inclinés d'*argile schisteuse*, mêlée de minces couches de calcaires; ces collines sont deux contre-forts de l'Apennin qui, à partir de cette localité, s'élève de plus en plus sur sa base de roches stratifiées, jusqu'à la ligne de partage des eaux. — Ces contre-forts *s'exfolient* d'une manière *continue* sous l'action du soleil et de l'eau, et les produits sont entraînés vers le lit du Reno. Les éboulements ont plus ou moins d'importance suivant que, faute d'un écoulement facile, les eaux de pluie s'infiltrent avec plus ou moins d'abondance dans la masse et y préparent des plans de glissement sur lesquels tout le terrain supérieur est entraîné.

La commission ne pouvant *à priori* déterminer la profondeur à laquelle s'arrête ce mouvement, basa, après enquête attentive, son jugement sur les considérations suivantes : Quelquefois, à l'origine du glissement, la portion qui a glissé sur le banc d'argile et qui reste apparente, a des dimensions restreintes; alors il est certain que la profondeur, faible en haut, doit croître notablement vers les parties inférieures; d'autres fois, au contraire, le banc d'argile est presque vertical et se dresse sur une hauteur assez considérable (15 et même 20 mètres vers Casale et vers Riola); alors l'épaisseur de la masse, dont l'équilibre est rompu, doit être ou à peu près, celle de la partie du plan de glissement restée à découvert. — D'ailleurs, point de règle absolue : ainsi les éboulements prennent parfois plus de hauteur en arrivant au fleuve, laissant à quelques mètres de la berge des cavités où se forment ensuite de petits étangs.

Il existe d'ailleurs une preuve évidente de la profondeur limitée des éboulements aux abords du Reno ; c'est la stabilité de son lit. Quels que

soient les mouvements du terrain sur ses bords, ce lit ne subit aucune déformation; le fond a toujours présenté une forme régulière qui se conserve, et n'offre pas les sinuosités correspondantes aux éboulements voisins. En deux points, vers Riola et Casale, il semblerait que cette observation ne fût pas confirmée, le lit du Reno ayant été un peu altéré vers la rive gauche; mais, en regardant de plus près, on constate que cette déformation provient de la chute des terrains de la rive, et non d'un soulèvement du fond, puisque sur tout le reste de la largeur et sur l'autre bord tout est resté intact.

Les puits forés vers les têtes du tunnel atteignaient d'ailleurs le solide. La conclusion des inspecteurs fut qu'on pouvait obtenir la stabilité nécessaire en conduisant le tracé tantôt sur le bord du fleuve, tantôt sur le flanc des collines quand on pouvait constater qu'elles n'avaient subi aucun ébranlement, et en pénétrant dans les entrailles de la terre quand les éboulements superficiels viendraient y contraindre.

On voit, d'après les lignes précédentes, que les ingénieurs qui ont su mener à bien la construction de cette voie ferrée, et combiner les courbes et les pentes de manière à obtenir un tracé offrant toutes les chances de sécurité désirables, méritent de recevoir de sincères éloges. — Les travaux, activés depuis 1861, ont pris fin en novembre 1864.

Le point culminant du profil longitudinal, correspondant à l'embouchure du tunnel de Pracchia, qui traverse le sommet de l'Apennin, est à $617^m,48$ au-dessus de la mer. — L'Apennin est franchi à la cote $361^m,00$ seulement par la ligne de Gênes à Alexandrie. — Pour arriver à ce point culminant, les fortes pentes ($0^m,025$ p. mètre) se rencontrent peu après la station de Porretta et vont jusqu'à celle de Pracchia où se trouve un palier de $390^m,00$. De Pracchia à la station de Pistoie on avait à descendre de $553^m,61$, et le développement disponible n'était que de 25 kilomètres seulement; aussi l'on a constamment une pente de 0.025, sauf 200 mètres de palier à la station de Piteccio et les trois kilomètres qui précèdent celle de Pistoie. $\frac{553^m,61}{0,025} = 22^k,144^m,40$. Cette pente est presque aussi rapide que celle existant sur le chemin de Turin à Gênes, et a une longueur incomparablement plus grande. En France, en Autriche, en Angleterre, on a des inclinaisons de $0^m,035$; mais la *longueur* des fortes pentes, excepté sur le chemin de fer du Jura industriel, n'approche jamais de celle dont nous nous occupons. Je ne citerai que pour mémoire l'application remarquable qui vient d'être faite de l'emploi simultané de courbes d'un petit rayon et de pentes de plus de $0^m,045$ par un jeune et habile ingénieur, M. *E. Level*, ancien élève de l'École centrale. Dans le numéro d'août des *Annales du Génie civil*, l'un des articles est consacré à la description du chemin de fer d'Enghien à Montmorency; je rappellerai seulement que cette inclinaison extraordinaire ne se rencontre que sur un parcours de $1^k,037^m$.

La traction se fait, entre Bologne et Pistoie, à l'aide de locomotives du système Beugnot à 8 roues couplées, et jusqu'à présent le service a été régulier.

Voici le tableau des inclinaisons et des courbes :

| | TRONÇONS. | LONGUEURS. | INCLINAISONS | | RAYON minimum des courbes. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | moyenne. | maxima. | |
| | | k. m. | | | |
| 1 | Bologne à Borgo Panicale. . . | 4.913.19 | 0.00042 | 0.005 | 867 |
| 2 | Borgo Panicale à Marzabotto. | 21.567.80 | 0.004 | 0.012 | 400 |
| 3 | Marzabotto à Porretta. . . . . . | 31.808.16 | 0.007 | 0.012 | 350 |
| 4 | Porretta à Pracchia. . . . . . . . | 14.764.44 | 0.018 | 0.025 | 300 |
| 5 | Pracchia à Capo Strada. . . . . | 21.408.88 | 0.024 | 0.026 | 300 |
| 6 | Capo Strada à Pistoie. . . . . . . | 3.665.79 | 0.010 | 0.012 | 400 |

Les travaux de déblais et remblais ont été considérables; quant aux ouvrages d'art, il en a fallu un très-grand nombre soit pour franchir les innombrables cours d'eau coulant vers le Reno ou l'Ombrone, soit à cause des inégalités du terrain. Le nombre des aqueducs, ponceaux, ponts, viaducs, etc., s'élève à 425, dont les principaux sont indiqués ci-après :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ouvrages de moins de 5m.00 d'ouverture. . . . . . . . . . . . | | | 372 | 425 |
| Id. | de 5 .00 | à 10m.00. . . . . . . . . . . | 17 | |
| Id. | de 10 .00 | à 20 .00. . . . . . . . . . . | 30 | |
| Id. | de 20 .00 | à 30 .00. . . . . . . . . . . | 4 | |
| Id. | de 30 .00 | à 40 .00. . . . . . . . . . . | 2 | |

| INDICATION DES OUVRAGES. | Biais. | Nombre des arches. | Corde | Flèche. | Hauteur totale. | Longueur totale. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | o | | . | m. | m. | m. |
| Pont de Randaragna, en pierre. . . . . . . . | 30 | 1 | 20.00 | 2.68 | 7.00 | 38.00 |
| — du Lamme, id. . . . . . . . . . | 37 | 5 | 16.22 | 5.00 | 11.00 | 141.32 |
| — de Pioppa, id. . . . . . . . . . | 14 | 4 | 14.80 | 2.40 | 9.10 | 101.15 |
| — de Camugnone, id. . . . . . . . . . | 40 | 5 | 14.80 | 2.40 | 10.00 | 129.54 |
| — de Molinello (*Petit Moulin*), id. . . . . . | 40 | 5 | 14.80 | 2.40 | 11.00 | 129.54 |
| — de Cavacchio, id. . . . . . | 40 | 5 | 14.80 | 2.40 | 10.00 | 122.89 |
| — de Vergato, id. . . . . . | 40 | 5 | 14.80 | 2.40 | 10.00 | 123.80 |
| — della Possessione (*Métairie*), id. . . . . . | » | 4 | 15.00 | 2.00 | 8.00 | 101.56 |
| — du Reno, id. . . . . . | » | 15 | 20.00 | 3.00 | 10.00 | 383.00 |
| — de Lisano, id. . . . . . | » | 5 | 13.75 | 2.30 | 10.00 | 120.40 |
| Viaduc de Granaglione, id. . . . . . | » | 8 | 6.10 | 3.00 | 7.00 | 66.70 |
| — del Balzo della Vacca (*Saut de la Vache*). | » | 11 | 6.00 | 1.00 | 10.00 | 83.30 |
| — de Boboli, id. . . . . . | » | 12 | 6.00 | 1.50 | 8.00 | 92.90 |
| — de l'Ombrone, id. . . . . . | » | 6 {5<br>{1 | 9.40<br>15.00 | 4.70<br>7.50 | »<br>» | 75.00 |
| — de la route de Bologne, id. . . . . . | » | 10 | 9.00 | 4.50 | 18.00 | 117.42 |
| — de Castagno, id. . . . . . | » | 15 | 10.00 | 5.00 | 47.85 | 182.40 |
| — de Fabricaccia, id . . . . . | » | 12 | 10.00 | 5.00 | 52.92 | 147.64 |
| — della Fabrica, id. . . . . . | » | 14 | 10.00 | 5.00 | 48.00 | 170.60 |
| — de Grazzini, id. . . . . . | » | 9 | 10.00 | 5.00 | 22.00 | 93.00 |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |

Murs de soutènement, — ensemble $22^k.800^m.00$.

| Désignation. | Longueurs. |
|---|---|
| Mur de Misano | 822m.20 |
| — della Torricella (*de la Tourelle*) | 1137 .78 |
| — de Calvenzano | 631 .67 |
| — de Vergato | 2312 .12 |
| — della Carbona | 711 .71 |
| — d'Oreja | 948 .83 |
| — de Riola | 709 .60 |
| — de Sassuriano | 529 .94 |
| — del Mulinaccio (*Vieux Moulin*) | 1544 .41 |
| — de Gaggiola | 2169 .90 |
| — de Porretta | 762 .90 |
| — de Ranchiano | 1980 .00 |
| — delle Capanne (*les Cabanes*) | 793 .57 |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| Ensemble, avec 51 autres murs | 22800 .00 |

En outre, il a fallu exécuter 46 tunnels, ayant ensemble 18,530 mètres, soit 19 p. 100 de la longueur. Les plus importants sont les suivants :

| Nos d'ordre. | DÉSIGNATION. | LONGUEURS. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|
| 6 | Tunnel de Riola | 1384m.80 | En pente de 0m.010 par mètre. |
| 7 | — de Casale | 2621 .00 | Id. de 0 .009 |
| 10 | — delle Capanne (*Cabanes*) | 323 .78 | Id. de 0 .0248 |
| 16 | — del Diavolo (*du Diable*) | 313 .00 | Id. de 0 .025 |
| 17 | — de Cupandia | 316 .00 | Id. id. |
| 24 | — de Mommé | 2725 .00 | Id. de 0 .0243 |
| 25 | — de Cataldera | 330 .55 | Id. de 0 .025 |
| 26 | — de Pisanecco | 472 .71 | Id. de 0 .0252 |
| 30 | — de Signorino | 1064 .24 | Id. de 0 .0241 |
| 32 | — de Corbezzi | 400 .00 | Id. de 0 .025 |
| 39 | — del Calde | 482 .00 | Id. id. et courbe de 300m |
| 42 | — de Piteccio | 1753 .00 | Id. de 0 .0226 id. de 300 |
| 46 | — de Vajoni | 533 .00 | Id. de 0 .0239 id. de 350 |

Nous devons dire ici que tous les travaux d'art, comme ceux de remblais et de déblais, n'ont été exécutés que pour une seule voie afin de diminuer, dans une proportion notable, les dépenses de construction. — Les types principaux des tunnels sont indiqués pl. XXXVI, fig. 1, 2, 3 et 4; les quatre autres figures sont relatives à des viaducs ou à des murs de soutènement de grande hauteur.

Une carte donnant le tracé du chemin de Bologne à Pistoie attire immédiatement l'attention; on est frappé des détours énormes qu'il a fallu faire, surtout autour de Piteccio dans l'Apennin. En plan, entre le kilomètre 74 et le kilomètre 82, il n'y a pas une distance horizontale de 500 mètres, non plus qu'entre le 81 et le 83. Le point extrême de la

courbe du kilomètre 78 n'est pas, horizontalement, à 1,500 mètres de la courbe du 88ᵉ kilomètre.

Du kilomètre 69 au 82, sur 13 kilomètres on rencontre 19 tunnels grands ou petits, mais donnant ensemble une longueur de 9,463 mètres.

Il y a loin d'un semblable tracé à ceux des lignes construites dans l'enfance des chemins de fer; alors, généralement, on s'astreignait à ne pas dépasser $0^m,01$ de pente, ni descendre au-dessous de $800^m,00$ pour rayon de courbes; cependant, en Amérique, dès les premiers temps, on fut plus hardi qu'en Europe, et les États-Unis construisirent quelques-unes de leurs plus anciennes lignes en adoptant les principes que nous reconnaissons aujourd'hui être les plus avantageux.

Il est vrai que les voyageurs des États-Unis se contentaient d'une vitesse de 16 à 18 kilomètres à l'heure pour les trains, ce qui n'eût pas été accepté en France. M. Michel Chevalier, dans son *Histoire et Description des voies de communication aux États-Unis*, publiée en 1841, donne d'intéressants détails sur le chemin de fer de Baltimore à l'Ohio : pendant les 47 premiers kilomètres, à partir de Baltimore, la pente maxima est de $0^m,004$ par mètre ; jusqu'au kilomètre 65 elle varie et va jusqu'à $0^m,0066$, et un peu plus loin jusqu'à $0^m,009$; pour traverser le Parr's Spring Ridge, sur 9,000 mètres, elle atteint $0^m,013$, puis retombe à $0^m,010$; et enfin du 80ᵉ kilomètre au 108ᵉ, elle est presque constamment de $0^m,005$. Primitivement on traversait la montagne à l'aide de plans inclinés à $0^m,0033$ — $0^m,0037$ — $0^m,0045$ et $0^m,0050$, mais la traction s'y faisait à l'aide de chevaux. — Sous le rapport des courbes, ce chemin était d'une grande hardiesse. Le pays, aux approches de Baltimore, est presque complétement mamelonné, occupé par des dunes, des collines sablonneuses; ensuite jusqu'au Potomac, c'est la formation granitique qui se présente : — absence totale de lignes droites et vallées extrêmement resserrées.

Voici le tableau des courbes et alignements :

| | | |
|---|---|---|
| De 1748 mètres de rayon et au-dessus. | Développement.... | $5^k525^m$ |
| De 1748 mètres de rayon à 874 mètres. | — | 5 701 |
| De 874 id. 583 — | — | 5 208 |
| De 583 id. 437 — | — | 5 361 |
| De 437 id. 291 — | — | 8 273 |
| De 291 id. 218 — | — | 5 848 |
| De 218 id. 175 — | — | 4 270 |
| De 175 id. 145 — | — | 4 160 |
| De 145 id. 120 — | — | 10 542 |
| | Total des courbes.......... | 54 888 |
| Alignements.................................................. | | 53 285 |
| | Développement total..................... | 108 173 |

Les courbes de moins de $291^m,00$ de rayon avaient un développement de 25 kilomètres, soit presque 1/4 du parcours total; il y avait même une portion de courbe longue de 122 mètres n'ayant que 97 mètres de rayon, et une autre d'une longueur de 30 mètres dont le rayon n'était que de 102 mètres.

Mais les considérations qui avaient conduit en 1835 les ingénieurs américains à adopter ces conditions étaient d'un certain ordre, et celles qu'on

doit faire valoir aujourd'hui sont d'une nature toute différente, puisque les moyens de traction ont subi depuis lors une transformation presque radicale : pour eux, il ne s'agissait que de réaliser une très-notable économie *aux dépens* de l'exploitation; au contraire, pour le chemin de fer de Bologne, il y eût eu impossibilité complète, si l'on eût voulu se tenir au-dessous de $0^{m},015$ de pente et au-dessus de $500^{m}$ de rayon (à moins toutefois de se résoudre à un tunnel de 6 ou 7,000 mètres), et l'adoption du tracé que nous avons fait connaître ne *nuit en rien* à une bonne exploitation.

A. CHAUVEAU DES ROCHES, Ingénieur,
ancien Élève de l'École Centrale.

---

# DE L'ORGANISATION DES HOPITAUX.

Par M. **O. MARCHAL**[1].

Planche XXX bis.

---

La première question en parlant des hôpitaux est celle de leur grandeur; ils doivent, avant tout, suffire aux besoins du nombre des habitants de la localité militaire ou civile. Dans les hôpitaux militaires, le nombre des blessés varie beaucoup, non-seulement en temps de guerre par l'affluence des blessés et des malades de fatigue et de privations, mais encore à cause des épidémies en temps de paix. Ensuite les hôpitaux militaires devraient suffire aussi aux besoins de la population des villes en cas extraordinaires. Il s'élève donc la question : qu'est-ce qui est plus avantageux, de construire des maisons pas trop grandes, mais situées à une petite distance l'une de l'autre, ou bien de faire pour tout le rayon un grand hôpital?

Il est prouvé par l'expérience que les malades et les blessés guérissent plus promptement dans les petites maisons que dans les grands édifices, mais elles coûtent plus cher; et pour les soins qu'exigent les malades des médecins et de l'administration, il se présente beaucoup de difficultés; en un mot, sous le rapport économique et administratif, les grandes maisons sont préférables.

Dans les derniers temps, d'après les données statistiques, on est arrivé à cette conclusion qu'il faudrait grouper un petit nombre d'hôpitaux autour du centre administratif, en les rapprochant l'un de l'autre, autant qu'il sera possible, sans qu'ils se nuisent sous le rapport hygiénique, et ne pas trop les éloigner l'un de l'autre pour qu'il n'y ait pas de dif-

1. Ces renseignements sont puisés dans le *Journal des Ingénieurs*, publié à Saint-Pétersbourg.

ficultés sous le rapport de l'administration. De là vient la solution que les commodités administratives dépendront précisément du plan qu'on adoptera pour ces maisons. En groupant sans calcul les petits hôpitaux autour du point administratif, on peut tomber dans le même tort qu'en en construisant des grands. Cela arrive fréquemment quand l'espace entre les maisons n'est pas assez étendu. Plus on éloigne les salles l'une de l'autre, plus elles gagnent en hygiène, et le même bon résultat arrive lorsqu'on diminue le nombre des malades dans un pavillon. On est arrivé à la conclusion, que les malades dans un pavillon ne doivent pas dépasser le nombre de 100 et même de 50. Dans le premier cas, les pavillons doivent être séparés en deux parties par les escaliers.

L'hôpital de Lariboisière contient 120 lits; dans le nouvel hôpital du Val-de-Grâce, où les pavillons sont doubles, chacun d'eux contient aussi 120 lits : ce dernier chiffre est déjà assez grand. Quand on a reconstruit l'Hôtel-Dieu, Trélat exigeait qu'on ne mît pas plus de 100 malades dans chaque pavillon. Dans les hôpitaux anglais, à Malte et à Woolwich, il n'y a que 40 à 60 malades dans un pavillon. En Amérique, le nombre des lits ne monte qu'à 25 ou 50 par pavillon, et il arrivait que l'on groupait autour d'un point d'administration des maisons pour 4,000 malades. Hammond dit que ces institutions ont été bonnes sous le rapport hygiénique, grâce à un plan très-pratique et très-bien calculé. Il est vrai qu'un pareil ordre de choses ne pouvait être justifié que par le cas extraordinaire de la guerre d'Amérique. En ce qui concerne les maisons d'accouchement, Farnier, *Hygiène des hôpitaux des femmes en couches*, dit que la mortalité d'enfants dans les hôpitaux les mieux constitués dépasse de beaucoup celle des enfants nés hors des hôpitaux.

### CHOIX DE LA PLACE POUR LES HÔPITAUX.

Il faut choisir une assez grande place, même pour les petits hôpitaux, le plus loin possible des villes et même des faubourgs, en calculant que chaque année la population de la ville augmente, la dernière doit donc s'élargir. La plupart des hôpitaux anglais ont été construits hors des barrières et entourés de champs qu'on cultivait. Maintenant ils sont entre les fabriques et autres constructions, et par conséquent souffrent de la fumée et d'autres incommodités inévitables dans une pareille position. Les maisons doivent toujours être sur une place élevée, accessible aux vents. On ne peut pas organiser un hôpital au fond d'une vallée, parce qu'il est impossible de se soustraire à l'humidité et que l'air change moins vite. La terre doit être sèche et pouvant facilement laisser passer l'eau; surtout elle doit être facile à drainer. Aux environs doit se trouver une bonne quantité d'eau pure. Il faut éviter le voisinage des marais, de l'eau gâtée sans courant, des canaux engorgés, surtout si, dans ce réservoir, coulent les eaux sales. On a attribué l'insalubrité de l'Hôtel-Dieu de Paris à ce qu'il est construit sur le bras de Seine qui n'a pas de courant.

A Pétersbourg, les autorités de l'institut de demoiselles, nommé l'in-



stitut de Marie, se plaignant des maladies fréquentes des élèves, les ont attribuées aux défauts de la localité et de l'eau dans les bassins voisins de l'établissement. En effet, les recherches faites par M. le colonel-ingénieur Pauker ont prouvé incontestablement que l'autorité de l'institut avait raison. M. Pauker a trouvé que le canal de Ligora, qui remplit les étangs de Favride et les bassins environnants, était séché et encombré, par suite de quoi l'eau gâtée et immobile devait produire une mauvaise influence sur les habitants des quartiers autour du jardin de Favride.

Il est très-bon de construire des hôpitaux non loin des gares de chemins de fer pour la facilité du transport des malades. Pendant la campagne d'Italie, les chemins de fer ont été très-utiles sous ce rapport-là. On pense que peut-être dans quelque temps il sera nécessaire de construire les hôpitaux des grandes villes hors des barrières, près des chemins de fer, laissant en ville seulement des succursales (aussi tout près des gares) pour les secours immédiats et pour les malades qu'on ne peut transporter sans danger de mort.

### L'AÉRATION ET LA VENTILATION NATURELLE DANS LES HÔPITAUX.

Une bonne aération et la ventilation naturelle commodément installée sont des conditions indispensables dans l'organisation d'un hôpital. La ventilation artificielle est bien inférieure à la naturelle, mais dans les pays froids elle est presque impossible à cause des hivers rigoureux. La commodité de l'aération et de la ventilation dépendent, pour la plupart des cas, du plan de la construction : c'est pourquoi on trouve la division par pavillons très-pratique; car si les pavillons sont à une distance suffisante l'un de l'autre, ils profitent le plus de l'air et des rayons de soleil. La construction des hôpitaux en forme de croix (hospice des femmes incurables), ou bien de carré (Saint-Louis, la Charité, l'hôpital Majeur de Milan et la plupart des hôpitaux militaires construits par Vauban), ou bien ayant la forme de croissant, n'est avantageuse ni pour l'aération ni pour la ventilation.

L'aération et la ventilation naturelles ne sont pas du tout des mots synonymes bien qu'elles dépendent l'une de l'autre. Le mot aération comprend l'action de l'air et de la lumière. On sait combien il est indispensable de purifier l'air mécaniquement autour des hôpitaux. Il faut que les murs soient entourés d'une atmosphère pure et facile à changer, et que la lumière du soleil puisse librement entrer dans la maison. Dans ce cas, le désavantage de ses rayons est bien inférieur au bien qu'ils font à la santé des malades. Dans les contrées où le soleil est plus ardent et le jour bien plus long que la nuit, les malades s'habituent facilement à dormir à la lumière. Ensuite, il est toujours possible, au moyen de rideaux, stores, etc., d'amoindrir autant qu'on veut, la force de la lumière. En hiver et dans les pays froids, elle ne peut aucunement être un empêchement. Dans les pays chauds et pendant l'été, il est assez difficile, en effet, de distinguer les rayons de lumière de ceux de chaleur; mais ne sait-on pas avec quelle facilité les malades supportent la chaleur? avec quel succès Larrey a opéré sous le soleil ardent de l'Égypte!

D'ailleurs, la statistique nous dit que le nombre des opérations chirurgicales réussies dans les pays chauds et pendant l'été, est bien plus grand que celui des opérations réussies en hiver en climat froid. Parmi les écrivains contemporains, Martin (*Holmes, System of surgery by various authors*) soutient fortement que le soleil doit pénétrer dans les hôpitaux. Il base son opinion sur les expériences de Priestly et Edwers, en disant que l'obscurité dans les hôpitaux est un mal très-grave, d'autant plus qu'on ne peut pas y remédier par les moyens artificiels. Bien que les expériences aient prouvé l'influence bienfaisante du soleil dans de pareils cas, la science qui l'analyse et qui y reconnaît des qualités chimiques et physiques assez compliquées, n'a pas encore précisé quel rôle a la lumière dans les opérations physiologiques.

La ventilation naturelle se fait à l'aide de fenêtres et par toutes les ouvertures du dehors. Elle a pour agents les vents dominants et le changement d'air provenant de deux températures différentes qui se croisent : celle du dehors et celle des chambres. Il n'est pas très-facile de se faire une idée de la quantité d'air qui passe par les fenêtres ouvertes dans un temps donné. Elle est plus grande que tout ce qu'on peut faire par les ventilateurs les plus puissants. En effet, figurons-nous le courant d'air avec la vitesse de 6 mètres par minute; il est à peine à remarquer; c'est à peine s'il pourra faire vaciller la lumière d'une bougie. Si un pareil courant se fait entre deux fenêtres opposées l'une à l'autre, ayant chacune 15 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur, alors le nombre cubique de l'air courant par minute sera 15 mètres $\times 4 \times 6 = 360$ mètres cubes. Dans l'espace d'une heure, la quantité d'air passé sera 15 mètres $\times 4 \times 6 \times 60 = 2{,}160$ mètres cubes. Dans une des chambres ayant 24 lits et 6 fenêtres de chaque côté, la quantité d'air qui passera dans la salle pendant une heure avec les fenêtres ouvertes sera $2{,}160 \times 6 = 12{,}960$ mètres cubes. Si nous comparons cette quantité d'air à celle qui peut être produite par les ventilateurs les plus puissants, nous verrons qu'à Lariboisière, à Necker, à Vincennes, etc., etc., 24 malades reçoivent 2,400 mètres cubes par heure, c'est-à-dire 5 fois moins que la quantité produite par l'ouverture des fenêtres, et il faut ajouter que la mesure prise de 6 mètres est très-minime.

Plusieurs médecins et chirurgiens ayant trop de confiance dans la ventilation artificielle, ont négligé la naturelle, qui est plus avantageuse. Dans une des discussions sur l'hygiène des hospices, à la société des chirurgiens, le professeur Gosselin exprima son opinion sur la supériorité incontestable de la ventilation naturelle, et fit remarquer les heureux résultats qu'on a obtenus par les moyens simples dans les maisons particulières. Le rapport de M. Blondel sur les hôpitaux de Londres est très-intéressant sous le rapport de la question de ventilation naturelle. M. Blondel a été très-étonné, ayant trouvé les fenêtres et les portes ouvertes, que le courant d'air l'incommodât. Il parlait fréquemment de cela dans son rapport, et l'on pouvait croire qu'en concluant il classerait ce fait parmi ceux qui accusent le côté faible des hospices anglais; mais, au contraire, tout en trouvant que cette ventilation est exa-

gérée, il affirme qu'elle doit être salutaire aux malades. Mais la ventilation naturelle n'a-t-elle donc pas de défauts?

M. Sarazin prouve que non. On peut, il est vrai, refroidir trop les chambres en ouvrant toutes les fenêtres, et les malades peuvent attraper des courants d'air. Le parti opposé à la ventilation naturelle attribue un grand mal à cet inconvénient; mais il faut remarquer qu'il ne peut réellement pas augmenter la mortalité. C'est tout au plus s'il produit des rhumes et des rhumatismes; mais qu'est-ce en comparaison des miasmes, de la contagion suppurative, des érésipèles, etc!

D'après M. Sdekoouers, trois épidémies règnent constamment dans les hôpitaux (*Gangrœna nosocomialis*, *erysipelas et diathesis purulenta*). M. Sarazin dit qu'en travaillant pendant une année, éventé par l'air pur, il n'a pas éprouvé de mal. L'opposition la plus sérieuse contre la ventilation naturelle provient de l'abaissement trop grand de la température. En hiver, pendant le froid, cet abaissement peut avoir une mauvaise influence sur la santé des malades. Quand il n'est pas grand, au contraire, une légère agitation d'air est très-utile, d'après le dire de quelques médecins. Il faut se rappeler aussi que les malades sont couchés et chaudement habillés, ce qui les garantit d'un brusque changement de température. Les jours assez froids pour empêcher la ventilation naturelle sont peu nombreux, excepté dans les pays trop froids; mais on est obligé alors de faire du feu dans les chambres, ce qui est aussi un bon moyen de ventilation.

Voyons maintenant quelle disposition doivent avoir les fenêtres dans les hôpitaux. L'expérience a prouvé qu'il faut avoir une fenêtre pour deux lits, donc douze fenêtres pour une chambre de vingt-quatre lits. Les fenêtres doivent être l'une vis-à-vis de l'autre, et entre les deux fenêtres voisines on met les lits le chevet contre les murs. Les fenêtres doivent atteindre jusqu'au plafond, car autrement la ventilation ne peut pas se faire dans le haut des chambres. Elles doivent aussi descendre le plus bas possible et même jusqu'au plancher si c'est possible; en tout cas, elles ne devront pas être plus élevées que $0^{m},5$ du plancher.

Dans plusieurs hôpitaux on faisait les fenêtres à 2 mètres du plancher. On les construisait de cette manière pour qu'il n'y eût pas de courants d'air au niveau des lits occupés par les malades, tandis qu'au contraire il est à désirer que sous les lits il se produise le plus de courant d'air possible.

Il y a encore deux raisons pour faire les fenêtres aussi grandes; d'abord les chambres seront plus éclairées, et nous avons vu quelle grande influence cela avait sur la santé; ensuite elles offrent un aspect plus gai. Miss Nightingale raconte un cas où un blessé en proie à une longue et cruelle souffrance demandait qu'on l'élevât le plus souvent possible jusqu'aux fenêtres; alors il regardait avec des larmes aux yeux ce monde qu'il devait bientôt quitter. Il serait cruel de priver les malades d'un pareil plaisir.

### LE CHAUFFAGE ET LA VENTILATION.

Le chauffage et la ventilation artificielle ont certainement des rôles très-importants dans l'hygiène des hôpitaux. Il est reconnu que pour les casernes le chauffage par les calorifères et la ventilation en tirant l'air dehors sont les meilleurs, mais cela n'est pas du tout la même chose pour les hôpitaux. Cette question n'est pas complétement décidée encore. Une commission spéciale, sous la présidence du général Totleben, fera en Russie des expériences dans le cours de cette année sur le système de chauffage et de ventilation de M. Derchau dans l'aile droite de la nouvelle maison dépendante du deuxième hôpital militaire, où tous les perfectionnements qui ont été découverts jusqu'à ce jour sont mis à exécution. Dans une des maisons d'accouchement de Pétersbourg, le système de M. Derchau est adopté depuis deux ans; malheureusement l'administration n'a pas publié les résultats qu'elle en a obtenus. Le chauffage y est pneumatique. Il a aussi organisé le même système dans l'hôpital Saint-Alexandre à Pétersbourg. Le chauffage se fait généralement dans des calorifères en pierre, et dans les autres chambres et dans les corridors (sans ventilation) le chauffage est hydro-vaporique.

Le sous-colonel Voinityviq a inventé un nouveau système de poêles pneumatiques qu'on essaye maintenant. On peut donc espérer que la question du chauffage et de la ventilation artificielle sera résolue bientôt.

*Hygiène des planchers.* — Le docteur Sutterland regarde la question des planchers impénétrables comme très-grave dans un hôpital bien organisé. Il arrive souvent qu'on laisse tomber sur le plancher du sang, de la sanie, des excréments et des liquides qui, en traversant le plancher, finissent par imbiber les planches qui alors deviennent une source d'évaporations miasmatiques et malsaines. Les liquides, qui ne peuvent pas se sécher ni s'évaporer complétement, aussitôt qu'on lave les planchers, se joignent à l'eau et recommencent l'évaporation. A l'hôpital maritime de Londres, on a remarqué des cas de pourriture d'hôpital chaque fois qu'on a lavé le plancher, et ces cas ont complétement disparu aussitôt qu'on a cessé de laver les planchers, les couvrant de mastic. En Italie les planchers sont en marbre et par conséquent tout à fait impénétrables; en Russie cela n'est pas possible à cause du climat, et M. S. de Lauer recommande les planchers qu'il a vus à la Charité à Berlin, à l'hôpital de Munich et à l'hôpital de Zurich. Voici comment on a procédé. Le plancher est composé de pièces en bois de chêne ou même en bois ordinaire, mais fort solide. Les carrés séparés doivent être collés l'un à l'autre et on les met de manière à couvrir toute la chambre, mais là où ils touchent les corniches ils doivent être libres. Le plancher mis de cette façon se détache des lambris en séchant et se serre encore davantage. Les fentes qui se forment alors près des lambris sont bouchées par des tringles en bois qu'on y introduit. Cette opération se répète pendant deux ans jusqu'à ce que, à force de sécher, le plancher devienne tout à fait compact. Après, on le fait imbiber d'huile

de lin bouillie à laquelle on ajoute de l'ocre ou bien une teinture quelconque. Cette opération dure encore jusqu'à ce que le plancher, tout à fait pénétré d'huile, ne s'imbibe plus. Alors, après avoir été ciré ou couvert de mastic, il n'exige que la propreté et le balai, et le lavage même ne peut plus être nuisible.

### PLAN DES HÔPITAUX.

Jusqu'au XIX^e siècle il n'y avait aucun système dominant dans l'organisation des hôpitaux. L'exécution en était confiée aux architectes, qui, au lieu de remplir les conditions hygiéniques, se laissaient guider par leur fantaisie artistique; il suffit de lire l'ouvrage de M. Husson pour s'en persuader. Quelques années avant la Révolution française, l'organisation des hôpitaux devint l'objet de travaux scientifiques. En 1736, une commission spéciale composée de membres de l'Académie (Denon, Bailly, Lavoisier, Daubenton, Laplace, Darcet et Aubry) a fait des recherches sur l'Hôtel-Dieu. Cette commission a déterminé les premières règles de l'hygiène des hôpitaux. Ensuite des ouvrages de Denon et Bailly, on peut constater les progrès de cette branche des sciences; ensuite, plusieurs commissions et beaucoup de savants y ont travaillé, et quoique maintenant les hôpitaux américains et anglais soient bien supérieurs aux hôpitaux français, les premiers travaux pour élucider cette question, et faits par les Français, ont eu un grand mérite. Par exemple, le système de pavillons séparés a été proposé par les Français et adopté par tout le monde. Les hôpitaux d'Allemagne se distinguent par une bonne organisation de détail, mais l'ensemble est inférieur aux hôpitaux français; ce sont, pour la plupart, des constructions aux angles droits avec un cordon au milieu qui aboutit aux sorties de la maison.

Examinons maintenant (A) le plan des chambres; (B) leur communication pour former un pavillon; (C) la communication entre les pavillons pour la formation de l'hôpital.

A. *Plan des chambres.* — Il est reconnu qu'une chambre pour les malades doit être plus spacieuse que pour le même nombre de gens bien portants. Les appartements doivent être d'une plus grande contenance cubique pour chaque homme, mais aussi l'espace carré doit être suffisant pour chaque malade. Il est prouvé qu'on ne peut pas remplacer la longueur et la largeur des chambres par la hauteur; l'espace cubique n'est important que quand la longueur et la largeur ont une bonne mesure, car les évaporations nuisibles restent en bas et agissent sur les voisins, et, quelque grand que soit l'espace cubique, moins de malades il y a dans une chambre mieux elle vaut, car les soins sont plus faciles à donner et la contagion moins grande. Cette règle doit surtout être suivie dans les salles de chirurgie et dans les maisons d'accouchement; dans ces cas 40 ou 50 lits est déjà un nombre trop grand. On devrait se borner à 24 lits par chambre; ce nombre est le chiffre moyen des principaux établissements : 8 à 10 à Blackburn en Angleterre, 190-60 dans quelques salles de l'hôpital de Milan, 80-100 à l'hôpital San-Spirito à Rome et quelques hôpitaux de Paris. Ces 24 lits doivent être mis en deux rangs, le troisième en ce cas

ne serait pas assez aéré. A Guy et King's-College à Londres et à la Charité à Berlin il y a trois rangs de lits, ce qui n'est nullement bon. En ayant fixé le nombre de lits d'une chambre il est facile de déterminer sa grandeur : un lit d'hôpital a un mètre de largeur; en admettant un intervalle de $1^m,5$, 12 lits prendront la longueur de 30 mètres, ce qui fera la longueur de la chambre; les lits, de 2 mètres de long, doivent être séparés des murs par une distance de $0^m,5$; en laissant entre les lits un espace de 5 mètres nous aurons la largeur de la salle de 10 mètres, ce qui donne par l'espace carré 300 mètres carrés ou $12^m,5$ par lit. En agrandissant la chambre de 1/5, on a 10 mètres; on pourrait alors mettre de 30 à 32 lits. Voici les chiffres de la contenance cubique des hôpitaux nouvellement construits :

| | Nombre de mètres cubes pour chaque lit. |
|---|---|
| A Lariboisière : au rez de chaussée | 38,7 |
| au premier | 52,6 |
| au deuxième | 52,1 |
| A Royal free hospital à Londres, le contenu cube moyen | 57,0 |
| A King's-Collége à Londres | 54,8 |
| Dans quelques salles de Saint-Louis le chiffre monte à | 78,0 |
| Hôpital Blackburn | 66,4 |
| Boston free hospital | 62,9 |
| Quantité moyenne d'air dans les hôpitaux anglais | 52,0 |
| Id. id. dans les hôpitaux français | 45,7 |

Si la mesure normale de $62^{m^3},5$ par lit paraît trop grande, on peut encore faire une concession en diminuant la largeur d'un mètre; alors pour 24 lits, la surface sera 270 mètres carrés ou bien $11^{m^3}72$ pour chaque lit. La largeur de pareilles chambres égalerait celle de Lariboisière. L'expérience a prouvé qu'au lieu de rassembler les malades dans des hôpitaux insuffisants par leur grandeur, il vaut mieux en séparer une partie pour les installer sous des tentes (il est certain que cela n'est possible qu'en été). Pendant la guerre d'Orient les hôpitaux près de Varna étaient remplis de cholériques, par suite de quoi la mortalité était devenue énorme. M. Michel Lévy, inspecteur de médecine, a eu l'idée de construire des tentes qui pouvaient servir d'hôpital momentané; on y a mis le tiers du nombre des personnes malades et les résultats ont été étonnants. Pendant la campagne d'Amérique, les fédéralistes, pour 97,751 blessés et malades (chiffre officiel du 13 août 1864) ont construit une quantité d'hôpitaux temporaires. Plus tard le nombre de ces hôpitaux est monté à 214, c'est-à-dire à 133,800 lits. Le comité sanitaire réunit et dépensa plus de 40 millions pour aider le gouvernement pour la guérison des soldats blessés. L'organisation de ces hôpitaux, décrits par Hammond, mérite d'être étudiée. C'étaient des baraques en bois tout à fait fermées et parfaitement ventilées; elles contenaient de 48 à 52 lits. Les baraques construites à Point-Lootint, sous la direction de Hammond, avaient 145 pieds de longueur, 25 pieds de largeur, 14 pieds de hauteur, près des murs, et 18 pieds dans le milieu sous le comble du toit (il n'y

avait pas de plafond). Elles étaient éclairées par 24 fenêtres et contenaient 52 lits qui avaient chacun 10 pieds carrés d'espace et 1,116 pieds cubes d'air. Cette proportion est certainement insuffisante pour les hôpitaux ordinaires et elle peut être admise dans des baraques de bois élevées à 2 pieds du sol, exposées au soleil et au vent, et fortement ventilées. Dans ces baraques à un étage il y a moins de malades pour l'unité carrée de la terre que dans les hôpitaux ordinaires où il y a plusieurs étages; par exemple, à Lariboisière, dans la chambre chaque malade a $11^m25$ d'espace tandis que sur la terre il n'a que $3^m,8$. On pourrait dire que dans les baraques américaines se trouvaient trop de malades, mais ces chiffres sont encore moins grands que ceux des infirmeries des alliés pendant la guerre d'Orient. M. Esse fait remarquer une particularité dans la construction des chambres des hôpitaux; il propose d'arrondir tous les coins et les corniches dans les chambres de bain, car non-seulement cela diminue l'humidité, ce qui a été prouvé à la Charité, tandis que dans les autres hôpitaux, où il n'y avait pas cette organisation, l'humidité s'est déclarée sur les coins et les bords des murs; non-seulement, disons-nous, cela diminue l'humidité, mais encore les miasmes s'attachent particulièrement aux coins et aux bords des murs, ce qui est prouvé par les lits qu'on nomme infortunés et qui se trouvent toujours au coin. Il n'y a pas de doute qu'il est plus facile d'aérer un angle arrondi qu'un angle pointu ou droit. Il en est de même pour essuyer la poussière.

B. *Pavillons. Nombre d'étages.* — Quand plusieurs chambres sont disposées l'une au-desus de l'autre, celles d'en haut sont toujours moins saines, et quelque bien que puisse être organisée la ventilation, la mortalité des chambres d'en haut est plus grande que dans celles du dessous. Cela provient de ce que les miasmes des malades de l'étage au-dessous montent avec l'air chaud et entrent dans l'étage supérieur; c'est pourquoi les hôpitaux qui ont plusieurs étages ne sont pas bons. On se contente quelquefois de deux étages et d'un rez-de-chaussée; quant à ce dernier, pour y éviter l'humidité, il faut l'élever à quelques pieds du sol (d'après M. Morin, un mètre, telle est la hauteur des caves à poudre) avec une cave voûtée sous le plancher où l'air peut circuler librement. Les salles du rez-de-chaussée sont très-commodes pour les malades et surtout pour les convalescents qui peuvent y faire des promenades. Farnier propose aussi de faire en bas les chambres pour les convalescentes de couches. Plusieurs nouveaux hôpitaux consistent en une cave voûtée sous le plancher, un rez-de-chaussée et un étage; une construction pareille se trouve à Woolwich, Boston, sur l'île de Malte, et à Saint-Louis, à Paris. On pourrait faire exception pour les hôpitaux qui doivent contenir des malades de toute espèce; alors on peut construire des maisons à trois étages (le rez-de-chaussée y compris) en mettant en haut les syphilitiques qui sont assez forts pour descendre; on peut aussi y installer les serviteurs de l'hôpital.

C. *Communication des pavillons et formation d'un hôpital.* — Pour cent

personnes il faut quatre chambres composant deux pavillons, dont chacun consiste en un sous-sol, un rez-de-chaussée et un premier. Ces deux pavillons doivent être sur une ligne et séparés par une construction où s'installerait l'administration et le service. On pourrait très-bien orienter un pareil hôpital et l'entourer à une distance convenable d'un groupe d'arbres pas trop hauts. Il n'est pas avantageux d'y organiser une forte ventilation, il est vrai; mais cet inconvénient se rachète par la commodité d'un petit nombre de malades groupés dans une place.

---

Passons maintenant à l'examen des grands hôpitaux où plusieurs pavillons se réunissent autour d'un centre administratif; nous avons déjà dit qu'en pareil cas les pavillons doivent être bien orientés, et se trouver à une distance assez grande pour ne pas nuire ni à l'aération ni à la lumière; de plus la communication entre ces pavillons doit être commode en toute saison et par tous les temps.

Voyons les plans des hôpitaux les plus considérables et pour le faire plus facilement, nous allons les diviser en quatre groupes : 1° groupe où les pavillons se trouvent sur une ligne; 2° groupe où ils sont disposés par deux rangs; 3° groupe où le pavillon est disposé perpendiculairement dans deux corridors parallèles; nous examinérons ensuite quelques plans d'une organisation plus compliquée avec des galeries rondes s'étendant par rayon d'un centre commun.

### PREMIER GROUPE.

A. *Hôpital de Brest*, pl. XXX bis, fig. 1, pour 1,179 malades; il a été construit de 1823 à 1832. Il consiste en 10 pavillons parallèles, séparés par des intervalles de 15 mètres et entre lesquels la communication est faite par des galeries fermées. Les pavillons ne sont pas égaux : chaque couple de pavillons, parmi les huit grands, communique par des constructions du côté opposé à la galerie principale, cela fait que chaque pavillon n'est pas assez isolé. Cet hôpital s'éloigne un peu du système des pavillons séparés. Les défauts de cette organisation sont les suivants : 1° les pavillons ne sont pas assez grands (d'après le nombre des malades) et ne sont pas assez spacieux; 2° l'hôpital est trop près de l'arsenal maritime, ce qui n'est pas avantageux pour la ventilation.

B. *Hôpital de Vincennes* — (Fig. 2), achevé en 1858. Il se compose de deux grands pavillons doubles et deux angles droits séparés l'un de l'autre par l'intervalle de 150 mètres, et communiquant l'un avec l'autre et avec l'administration par une large galerie découverte qui touche les deux escaliers qui se trouvent au centre de chaque pavillon. L'hôpital est construit pour 665 hommes (644 soldats et 21 officiers). Dans les pavillons, il y a depuis 30 jusqu'à 40 lits et dans les chambres séparées il y a 1, 2 et 3 lits, l'étage supérieur est mansardé et le chauffage et la ventilation n'y sont pas suffisants. La construction centrale parallèle à la route est occupée par la chapelle, la salle de conférence, chambre de service, bureau et l'installation du personnel. La cuisine, la pharmacie, la salle

de bain et la buanderie occupent une partie du rez-de-chaussée. L'hôpital de Vincennes est remarquable par la justesse des proportions de mesure des chambres et par la simplicité du plan, ce pendant on lui attribue aussi quelques défauts. Les pavillons contiennent trop de malades et quoiqu'ils soient divisés par un réseau d'escaliers, il y a jusqu'à 300 personnes sous le même toit. Il n'est pas bon non plus que la cuisine et la buanderie occupent le rez-de-chaussée qui est très-commode pour les malades. Ces établissements humides et infects devraient être tout à fait séparés.

C. *Hôpital militaire de Malte;* il consiste en 6 pavillons séparés, de différentes grandeurs communiquant par un corridor.

Les pavillons sont séparés par un espace égal à la hauteur prise doublement. Chaque pavillon consiste en une cave sous le plancher, le rez-de-chaussée et l'étage. Dans chaque salle, d'un côté (du côté de la galerie), il y a une chambre pour l'infirmerie et une chambre de service; de l'autre côté, il y a une chambre de bain et un cabinet d'aisance. La partie destinée au service administratif est parallèle à la galerie. Trois galeries fermées réunissent les chambres de service avec le corridor général. L'hôpital de Malte, organisé pour 300 malades, est considéré comme pouvant servir d'exemple.

D. *Hôpital de Philadelphie* (Episcopal hospital of Philadelphia). Il ne diffère pas beaucoup du précédent. Il se compose de la partie centrale qui contient la chapelle, l'amphithéâtre anatomique, etc. De chaque côté de cette partie s'étendent des corridors fermés qui, sous l'angle droit, touchent les pavillons. Chaque pavillon a deux étages, un rez-de-chaussée et un sous-sol destiné à un but spécial. Les chambres contiennent 30 lits et ont 10 mètres de large, 40 mètres de long et 5 mètres 15 de hauteur; par conséquent pour chaque lit il y a 13 mètres de contenance carrée, et 67 mètres cubes. Le sous-sol est occupé par les cuisines et les garde-manger qui sont réunis par des corridors. Les pavillons sont séparés l'un de l'autre par un espace de 20 à 25 mètres. Cet hôpital si largement construit ne contient que 325 lits. Hammond le considère comme supérieur à tous les hopitaux de l'Europe.

### DEUXIÈME GROUPE.

A. *Hôpital de Blackburn* (près de Manchester) voir fig. 3. L'édifice central dont la grandeur est plus considérable, est destiné pour la plus grande partie au service administratif; il a la forme d'une croix, dans les branches de laquelle se trouvent deux chambres (à 4 lits chaque) qui se joignent à l'amphithéâtre anatomique. Près de l'édifice central, à gauche et à droite, un grand corridor auquel, sous l'angle droit, aboutissent huit pavillons. Ils sont disposés des deux côtés du corridor. Ce qui est remarquable dans cet hôpital, c'est la petite quantité de lits dans chaque pavillon. Les plus grands des pavillons à dix fenêtres ont : $11^{m},88$ de long, 7 mètres de large et $4^{m},87$ de haut, et contiennent 8 lits, de manière que chaque lit a $50^{mc},74$ d'air. Les chambres des malades, qu'il faut tenir

éloignés, ne contiennent que 2 lits avec 154$^{mc}$ d'air, c'est-à-dire plus que le double des pavillons par malade. L'hôpital de Blackburn qui occupe l'espace de 3 hect. 236 ares, est organisé seulement pour 140 malades. On a commencé à le construire dans l'année 1859. En 1862, les travaux étaient considérablement avancés et coûtaient 424,609 fr. Les dernières dépenses ont été de 167,000; donc, pour chaque lit, on a dépensé 4,240 fr. A Lariboisière, c'est 17,237 fr. par lit; à l'hôpital de Vincennes, 3,427 fr., excepté la somme qu'on a payée pour le terrain et la caserne (les deux, à peu près 100 fr.). En considérant ces chiffres, nous verrons qu'à l'hôpital de Vincennes, bien qu'il contienne un plus grand nombre de lits, chacun de ces lits coûte plus cher qu'à Blackburn.

B. *L'hôpital militaire de Woolwich* consiste en 12 pavillons disposés des deux côtés d'une longue galerie, aux extrémités de laquelle s'élèvent deux édifices aux angles droits, destinés l'un pour les aliénés et l'autre pour l'amphithéâtre anatomique, etc. Les pavillons ont deux étages et des sous-sols. La partie destinée pour le service est parallèle à la galerie principale; elle est séparée des pavillons par un espace considérable. Cet hôpital, contenant 650 malades, est organisé d'après les nouvelles règles de l'hygiène.

C. *L'hôpital de Washington* (Judiciary square hospital of Washington), construit presque d'après le même plan que le précédent, est un des nombreux hôpitaux temporaires dans lequel on installait les blessés pendant la dernière guerre d'Amérique. Bien que cet édifice en bois et plâtre, à un étage, mais très-vaste, ait été construit dans l'espace de dix mois, il offre beaucoup de matières pour l'étude de l'architecture hospitalière, d'autant plus que le système de ces hôpitaux temporaires peut être appliqué aux hôpitaux des camps pendant l'été. L'étude sur l'organisation de pareils établissements peut éviter aussi de tristes événements semblables à ceux qu'a subis la Russie en Crimée et à Constantinople pendant la guerre d'Orient.

L'hôpital de Washington est le premier construit par la Compagnie sanitaire des États-Unis, et, dans la disposition de ses pavillons, il ressemble un peu à l'hôpital de Blackburn. Les pavillons sont disposés perpendiculairement le long d'un grand et large corridor aux extrémités duquel s'élèvent les édifices destinés à l'administration. Les pavillons qui joignent au corridor d'un côté, correspondent directement avec le milieu de l'intervalle entre des pavillons de l'autre côté. Ils sont tous égaux, chacun est muni d'eau, éclairé par le gaz, chauffé par trois cheminées et ventilé à l'aide d'ouvertures pratiquées dans le toit et dans le plancher sous les lits. Chaque pavillon contient 25 lits, ce qui fait 250 lits dans tout l'hôpital. Hammond, auquel nous empruntons cette description, propose d'éloigner les pavillons les uns des autres et de placer les lieux et les bains tous en communication avec les pavillons le plus près possible du corridor général.

TROISIÈME GROUPE.

A. *Lariboisière* (voir la fig. 4), construit dans le nord de Paris, d'après l'opinion de M. Husson, suffit complétement à sa destination. Sa construction commença en 1846 et finit en 1854. Quoiqu'on le nomme quelquefois le Versailles de la misère et que les résultats statistiques soient souvent déplorables, il faut néanmoins admirer l'art et les combinaisons hygiéniques qui ont été pratiqués ici.

Lariboisière consiste en une série de maisons à deux étages chaque. Les pavillons, disposés en deux lignes parallèles, sont séparés par des carrés. Une cour spacieuse et couverte de plantes forme le centre des maisons. La communication entre les chambres de service se fait par une galerie fermée en serre qui sert aussi de lieu de promenade pour les convalescents. Les malades occupent 6 pavillons (3 du côté gauche et 3 à droite).

Chaque pavillon consiste en trois chambres pour 32 lits, et à côté de chacune de ces grandes chambres s'en trouve une petite à 2 lits pour les maladies contagieuses. La chambre des femmes en couches contient 28 lits et une petite chambre à côté où on lave les enfants et où l'on fait l'opération de l'accouchement. Tout l'hôpital est organisé pour 606 lits. Au rez-de-chaussée des édifices faisant façade, se trouve le bureau administratif, les salles de réception et de consultation, le service de la cuisine et la pharmacie avec ses dépendances. Les principaux fonctionnaires : (le directeur et le pharmacien) habitent le premier.

Au centre des maisons, se trouve la chapelle. A sa gauche et à sa droite sont disposés :

1° Les décharges ;
2° Les bains de tous genres ;
3° La buanderie ;
4° Le dortoir des femmes de service.

Deux amphithéâtres, pour le cours et les opérations, s'étendent à gauche et à droite de la chapelle ; les pavillons sont de 45 mètres de long, 10 de large et 18 de haut. Ils sont séparés l'un de l'autre par un intervalle de 20 mètres (ce qui n'est pas suffisant). Ni le vent ni la neige ne peuvent atteindre la façade, ce qui a pour résultat que l'air malsain des salles peut facilement pénétrer dans les pavillons correspondants. Il est vrai que la ventilation artificielle diminue ce mal surtout pendant l'hiver, mais cette mauvaise atmosphère, chassée par le ventilateur, ne pouvant pas être emportée par le courant d'air, forme autour de l'édifice une atmosphère d'hôpital certainement très-malsaine. Ensuite, l'édifice est à 3 étages, ce qui n'est pas commode non plus. Les chambres sont suffisamment grandes, les lits très-largement disposés et le contenu cube assez grand, c'est-à-dire $58^{mc},701$ au rez-de-chaussée, $52^{mc},685$ au premier, $52^{mc}117$ au second. Dans chaque salle il y a 32 malades. On ne devrait pas mettre plus de 28 lits dans la chambre des femmes en couches. Cet hôpital a

coûté 10,445,146 fr. En divisant cette somme par 606 lits, on trouve 17,236 fr. pour le coût de chaque lit.

B. *Hôpital de l'Est-Philadelphie.* C'est aussi un hôpital en bois et à un étage construit sur une place très-saine, pendant la guerre, près de Philadelphie et fait d'après le plan de Lariboisière. Deux corridors de 860 pieds de long, 44 de large et 13 de hauteur chaque sont réunis par les édifices destinés pour le service administratif. A chaque corridor formant l'angle droit, se joignent 17 pavillons de 167 pieds de long, 24 pieds de large et 19 pieds de hauteur chaque, jusqu'au comble du toit où se trouve l'ouverture pour la ventilation. L'intervalle entre les pavillons n'a que 21 pieds. Dans chaque pavillon il y a, au milieu, une chambre commune de 137 pieds de long et à 30 fenêtres ; du côté du corridor, deux chambres, une pour le serviteur, l'autre pour la sœur de charité; du côté opposé, deux petites chambres séparées de la chambre commune par un corridor, contiennent les bains et le cabinet d'aisances. Les chambres, dans chaque pavillon, sont de 48 lits et la surface est de 8,428 pieds carrés, ce qui fait 71 mètres carrés par lit; le contenu d'air est 54,848 pieds cubes, ou bien 1,141 pieds par atmosphère. La chambre a 24 fenêtres, ou bien une fenêtre par deux lits. On trouve facilement de l'eau froide ou chaude, la dernière est procurée par une machine à vapeur. L'eau sale et toutes les ordures se rassemblent dans des tuyaux de terre glaise qui, à quelques pieds sous terre, s'étendent parallèlement aux corridors. Le diamètre de ces tuyaux est de 10 pouces. Ils passent par les lieux, et prenant aussi l'eau des bains, se réunissent en un grand tuyau de 12 pouces de diamètre qui aboutit à la rivière Mill-Creck; mais avant de se joindre à la rivière, cette eau laisse toutes les matières dures dans un réservoir qui est à une distance assez éloignée de l'hôpital. Dans ce même édifice, séparés des chambres, se trouvent les cuisines, les buanderies, le réfectoire, les chambres pour les médecins et le personnel de l'hôpital, un réservoir d'eau, une machine à vapeur, la typographie, la chapelle, etc. On pourrait trouver des défauts dans l'hôpital de Philadelphie, mais avant tout il faut considérer toutes les difficultés contre lesquelles ont dû lutter les fondateurs de cet hôpital. Il aurait fallu pouvoir agrandir l'espace entre les pavillons et les faire moins longs et plus larges; mais il fallait y mettre 3,000 malades et c'est cette nécessité qui nous explique pourquoi cet hôpital, organisé pour 1,341 malades, contenait le nombre double pendant la guerre.

### QUATRIÈME GROUPE.

A. *Hôpital de Saint-Louis de Gonzague*, à Turin (voir la fig. 5). Les quatre pavillons de cet hôpital sont disposés en suivant les branches de la lettre K et partent de l'édifice central presque rond où se trouvent l'église, la salle de consultations, le réseau d'escaliers, etc. Ces quatre pavillons, occupés par les malades, sont réunis par deux aux extrémités, par des édifices. Il en résulte qu'entre les pavillons se forme une espèce de cour triangulaire fermée de tous côtés, ce qui n'est pas avantageux pour

la ventilation. Les salles des malades sont disposées d'une manière extraordinaire. De même que dans un des hôpitaux de Toulon, les fenêtres, au lieu de s'ouvrir simplement dehors, sont, ainsi que le mur dans lequel elles sont pratiquées, entourées d'un large corridor que l'air et la lumière doivent traverser pour pénétrer dans les pavillons. Derrière chaque lit, une petite porte mène au corridor. Les cadavres et même les lits peuvent être emportés par ces petites portes. Tous les grands pavillons s'étendent en partant de l'église centrale tellement que, pendant le service, quand les grandes portes sont ouvertes, on peut voir de l'église toutes les grandes chambres.

MM. Gautier de Claubry, Husson, Hammond et Esulié ont décrit cet hôpital, et chacun d'eux est d'opinion différente. Les chambres contiennent 24 lits installés au rez-de-chaussée, ce qui est réellement commode; mais le corridor et les deux cours triangulaires sont nuisibles à l'aération et à la ventilation. Ensuite, quelle que soit la ventilation dans l'église, on peut toujours craindre que l'air empoisonné d'une chambre ne passe à une autre.

B. *Hôpital de Boston* (Boston free hospital), pl. XXX bis, fig. 6; il offre la disposition originale de 6 pavillons. Au centre se trouve un grand édifice carré destiné au service de l'administration. Du milieu de trois côtés de l'édifice central, s'étendent trois galeries qui, ensuite, en se séparant en deux, forment 6 galeries circulaires (à 1/4 de cercle chaque); à l'extrémité de chacune d'elles se trouve un pavillon. Ces six pavillons, comme on peut le voir sur le dessin, sont disposés par couple. Quatre de ces pavillons sont parallèles à la façade principale de l'édifice carré; ils sont plus larges en proportion que les deux autres. La distance entre les pavillons est de 110 pieds de long et 28 de large; ils sont formés de sous-sols et de deux étages occupés par les malades. Les petits pavillons sont de 59 pieds de long et 28 de large. Les chambres communes dans les grands pavillons ont 100 pieds de long et 28 de large, ce qui fait, pour chaque lit, 100 pieds carrés et 1,600 pieds cubes environ dans les chambres à 16 fenêtres. Près de chaque salle, il y a deux chambres de service, les lieux et les bains. Dans les petits pavillons destinés aux malades qui ont besoin d'une plus grande quantité d'air et d'espace, les chambres sont moins grandes et les lits plus distancés. Là se trouve aussi une chambre à part pour les personnes attaquées de maladies contagieuses.

L'hôpital de Boston est remarquable sous plusieurs rapports. Les salles, qui sont très-grandes, contiennent un nombre très-limité de malades. Les salles n'occupent que deux étages, le service est installé au sous-sol. Les pavillons sont bien distancés et un espace suffisant les sépare de l'édifice central. Les pavillons contiennent 50 lits et communiquent l'un avec l'autre par de grandes galeries où les malades se promènent pendant la mauvaise saison. Cet hôpital contenait 250 malades ; donc, une maison aussi grande peut servir de modèle sous le rapport de la salubrité. Il se peut que la distance entre les pavillons soit trop grande, ce qui est incommode pour l'administration, mais ce défaut n'est pas grave selon

nous. Quoique cet hôpital ait été construit par M. Vilark, chirurgien à Massachussets, il n'est pas dépourvu de beauté d'architecture; le comfort hygiénique est naturellement au premier plan. On peut facilement l'agrandir : il suffit de prolonger les quatre galeries circulaires pour y construire quatre nouveaux pavillons pour 50 malades chaque. Les nouveaux pavillons ne peuvent aucunement nuire ni à l'isolement des six pavillons existants, ni à l'aspect général de l'hôpital.

C. *Hôpital Poyet.* En 1789, M. Poyet fut chargé de présenter un projet d'un hôpital qui devait remplacer l'Hôtel-Dieu qu'on voulait détruire. Il présenta un projet qui, malgré ses défauts et son exécution insuffisante, mérite de fixer l'attention. Il contient beaucoup de bonnes idées qui, jusqu'à présent, n'ont pas perdu leur valeur. Les Américains ont, pendant la guerre, construit les hôpitaux temporaires d'après le plan de Poyet, quelque peu modifié. Il proposait de construire sur l'île des Cygnes (sur la Seine, en face du Champ de Mars) un hôpital circulaire pour 5000 malades où toutes les chambres seraient isolées. Le plan en était très-simple : deux galeries circulaires et concentriques (fig. 7), arrondissent l'hôpital. Au centre, se trouve une grande cour au milieu de laquelle s'élève l'édifice. Entre ces galeries sont disposés 10 pavillons. Le plan ressemble à une roue.

La commission des membres de l'Académie des sciences approuva le plan de la disposition des pavillons qui devaient finir par deux galeries circulaires, mais elle se déclara contre sa grandeur énorme en disant qu'un hôpital à 5,000 personnes est plutôt une ville et même plus habitée que la plupart des villes de France. En effet, en prenant en considération combien de miasmes peuvent produire ces 5,000 malades, il faut convenir qu'il serait difficile de purifier l'air complétement. Les pavillons isolés pour 375 malades chaque sont aussi une mesure trop grande. L'idée de construire un hôpital sur une île n'est pas heureuse non plus, surtout sur la Seine et à l'île des Cygnes qui est plus basse que la ville de Paris. Tous les conduits des eaux sales se versent dans la rivière, et l'eau qui arrive à l'île est loin d'être saine.

D. *L'hôpital Mouer* (Mower), dont le nom est celui d'un chirurgien des États-Unis, est construit près de Philadelphie. C'est le plus grand de tous les hôpitaux temporaires faits pendant la dernière guerre d'Amérique; il contient 3,320 lits. Un grand édifice en forme de croix dans lequel se trouvent le bureau, les cuisines, la machine à vapeur et le logement du personnel de l'hôpital, est entouré par une cour carrée aux angles arrondis. La cour a 653 pieds de long et 522 pieds de large et est entourée par une galerie fermée de 16 pieds de large et 2,400 de longueur et dont les côtés sont en serre. En hiver elle est chauffée par cinquante poêles. Cette galerie finit par cinquante pavillons, baraques de 175 pieds de long, 20 pieds de large et 17 de hauteur; ils s'étendent le long des rayons qui partent du centre de la cour. Près de la galerie la distance entre les pavillons est de 20 pieds; du côté opposé ils sont à la distance de 40 pieds. Les pavillons de l'hôpital Mouer ressemblent à

ceux de l'hôpital d'Est-Philadelphie : chacun contient 52 lits, un réfectoire, une chambre de service, les lieux et les bains; l'eau froide et chaude est procurée par une machine à vapeur; le système de drainage est semblable au système déjà décrit, et, grâce à la quantité considérable de l'eau, le courant dans ces tuyaux est assez rapide. Le système de sonnettes électriques permet au médecin principal de correspondre avec son bureau et tous les services administratifs. Le chemin de fer qui transporte la nourriture dans les pavillons est établi dans la galerie; pendant le trajet à la destination, le manger est tenu chaud à l'aide de l'eau chaude. En cas de besoin, on peut aussi transporter les malades. Sous le rapport de l'organisation, on peut faire les mêmes remarques qu'à l'hôpital de Philadelphie : notamment le tout est trop grand; les chambres sont trop longues, trop étroites et contiennent un trop grand nombre de malades.

L'hôpital de Mac-Clelan, à Philadelphie, est construit de la même manière, c'est pourquoi nous ne le décrirons pas; nous nous bornerons seulement à dire que la cour a la forme d'une hélice.

E. L'*hôpital de Hammond* (fig. 8) est construit au bord de la mer, sur la place où le Potomac se jette dans le Chesapeake. Il diffère moins que les autres du plan de l'hôpital Poyet. La cour a la forme d'un cercle dont le diamètre est de 318 pieds. Dans le centre de cette cour, en forme de croix grecque, sont disposés quatre édifices occupés par la cuisine, la buanderie et le corps-de-garde, avec une chambre pour les morts. La cour est limitée par une galerie circulaire qui est divisée en quatre parties par quatre galeries atteignant le centre de la cour. Ces galeries ont les mêmes proportions et la même disposition que les galeries décrites ci-dessus. De la galerie centrale s'étendent, le long des rayons, seize pavillons, dont quinze sont égaux et destinés aux malades, et le seizième, dont les proportions sont agrandies, est destiné à l'administration, qui ne peut pas se loger dans la partie centrale. Les pavillons, disposés l'un de l'autre à 37 pieds de distance près de la galerie, se distinguent des pavillons de Mouer par une plus grande largeur (de quelques pieds) et contiennent chacun 52 lits : donc tout l'hôpital contient 780 malades. Quoique dans l'organisation de cet hôpital il n'y ait pas de défauts comme dans les autres, le nombre des malades y est encore trop grand. Il faut dire cependant que la dernière circonstance s'explique par la nécessité de loger une quantité de blessés provenant du théâtre de la guerre.

Pour montrer l'application des idées d'après lesquelles s'organisent les hôpitaux temporaires américains, M. Sarrazin offre un projet modèle d'un hôpital où les pavillons sont à deux étages avec un sous-sol, et où, dans chaque chambre, on peut mettre depuis 45 à 50 malades. Tout l'édifice doit contenir 500 malades. Les proportions normales sont les suivantes : 10 mètres de large, 35 mètres de long, dont 30 pour la salle et 5 pour le cabinet. Le pavillon consiste en un sous-sol, rez-de-chaussée et un premier, c'est-à-dire forme deux chambres communes contenant 48 ma-

lades. En disposant les pavillons le long des rayons à 20 mètres de distance autour d'une galerie circulaire de 300 mètres de longueur, le diamètre de la cour aura 100 mètres. Au milieu de la cour s'élèvera l'édifice administratif communiquant par les galeries droites avec l'administration circulaire. Le diamètre du cercle extérieur sera de 170 mètres. La surface occupée par l'hôpital sera 85 × 85 × 3,141. C'est, d'après M. Sarrazin, la surface normale d'un bon hôpital pour 500 malades.

Comme dernier type on pourrait citer l'hôpital de Lincoln dans le faubourg de Washington. Le système de la disposition de ses pavillons est différent de celui des autres en général. Cet hôpital est remarquable par sa simplicité. Deux longues galeries en se rencontrant forment un angle de 45°. Vingt-et-un pavillons se joignent aux galeries, et, dans cet angle, sont divisés parallèlement à la ligne qui divise l'angle en deux. Chaque pavillon s'unit avec la galerie à l'aide de corridors courts perpendiculairement aux pavillons, qui naturellement sont disposés en échelons. Dans l'angle formé par la réunion des deux galeries, sont disposés, en forme de croix, cinq édifices isolés destinés à l'administration. Une pareille disposition a ses défauts et ses qualités.

Les pavillons seront également orientés (et certainemant on peut choisir la disposition la plus avantageuse), ce qui ne peut avoir lieu quand ils sont dirigés par rayons sortant d'un centre. Si l'angle entre les deux galeries est assez grand on aura une bonne aération pour résultat. Dans le cas contraire, elle sera faible, ou bien il faudra éloigner considérablement un pavillon de l'autre, ce qui, à son tour, entraînera avec soi un isolement assez grand des galeries qui ne sera pas avantageux sous le rapport économique. Ensuite les lieux et les bains des pavillons seront juste en face des fenêtres de l'hôpital précédent. A la même surface de la terre, on peut organiser moins de pavillons qu'avec le système rond.

(Voyez page suivante la légende de la figure représentant le plan du troisième étage de la maison d'accouchement de Saint-Pétersbourg.)

---

Nous terminerons en citant les livres étrangers utiles pour l'organisation des hôpitaux.

*Hammond.* A treatise on hygiene with special reference to the military service.

*Rawald Martin.* On Hospitals.

*Miss Nightingale.* Ouvrage sur les Hôpitaux.

*Sideler.* L'hôpital de Galitzine à Moscou.

*Esse.* Die Krankenhauser.

---

### Explication des dessins.

PLANCHE XXX bis.

Fig. 1. *Hôpital Clermont-Tonnerre, à Brest.* — Plan du rez-de-chaussée.

Fig. 2. *Hôpital de Vincennes.*

A, bureau, chambre de service, chapelle et emplacement pour les habitants; — B, cuisine, buanderies et emplacement pour 18 sœurs de charité et 308 soldats; — C, pharmacie, bains et emplacement pour 21 officiers et 308 soldats.

Fig. 3. *Hôpital de Blackburn.* — Plan du premier étage; mesure 4 millim. pour 1 mètre.

*a*, chambre pour les opérations; *b, b*, chambre pour emplacement des malades opérés; *c, c, c*, Chambre pour les malades; *d*, chambre pour les maladies spéciales; *e*, chambre des convalescents; *f, f*, salle de lecture; *g, g*, corridors; *h, h*, balcons; *k, k*, bains; *l, l*, lieux d'aisance; *i, i*, cuisine pour les gardes; *o, o*, chambre pour les gardes; *p, p*, dortoir des serviteurs de l'hôpital.

Fig. 4. *Lariboisière.* — Rez-de-chaussée mesure 1 millim. pour 1 mètre.

*a*, salles des malades; *b*, une pelouse pour les malades; *c*, bureau; *d*, chambre de consultation; *e*, chambre de service, cuisine; *f*, pharmacie; *g*, chambre pour les médecins; *h*, chambre pour les maladies particulières; *i*, chambre pour les sœurs; *j*, chambre de service; *k*, dépôt de linge sale et lieux; *l*, bibliothèque; *m*, chambre pour les malades de la communauté; *o*, bains; *p*, chapelle; *q*, buanderie; *r*, chambre pour les opérations; *s*, pour les cadavres; *t*, garde-robes; *w*, évier.

Fig. 5. *Saint-Louis de Gonzague* — Plan du premier étage.

1, vestibule; 2, salle de récréation pour les malades; 3, escalier principal; 4, église; 5, chambres; 6, passages derrière les lits; 7, service.

Fig. 6. *Hôpital de Boston.* — Plan du rez-de-chaussez.

Fig. 7. *Hôpital Poyet.* — Plan du rez-de-chaussez.

Fig. 8. *Hôpital Hammond.* — Rez-de-chaussée.

*a*, bureau; *b*, chambre pour les malades; *c*, cuisine; *d*, buanderie; *e*, chambre de garde; *f*, chambre pour le linge et l'équipement; *q*, pour les cadavres.

Fig. 9. *Maison d'accouchement de Saint-Pétersbury.* — Plan du troisième étage.

1, huit chambres pour les femmes enceintes, 1 lit par chaque; 2, deux chambres pour le service; 3, cuisine; 4, chambre pour les accouchements dangereux; 5, quatre chambres pour 4 lits pour les accouchements dangereux; 6, bains; 7, deux chambres par 4 lits pour accouchement; 8, chambre à 4 lits pour les femmes enceintes; 9 et 17, sept chambres à 4 lits pour les femmes non mariées; 10, chambre pour l'accouchement; 11, salle des conférences; 12, chambre pour le médecin de service; 13, logis de la directrice de la lingerie; 14, lingerie; 16, lieux; 18, corridor; 19, escalier.



# AMÉLIORATIONS

PROPOSÉES DANS

# LE PUDDLAGE ET LE LAMINAGE DU FER.

3e article. (*Suite et fin* [1].)

INSTALLATION DE RACHECOURT. — BEALE A ROTHERHAM
THAMES IRON WORKS. — BUTTERLEY ET Cᵉ. — PROCÉDÉS HENVAUX

PAR M. **AUSCHER**, ingénieur civil.

---

La production française des plaques de blindages semble différente : on s'est attaché surtout à obtenir des paquets formés de fers de section *trapézoïdale*, de manière à ce que les arêtes puissent se recouvrir les unes les autres et aussi de façon à éviter les criques, gerçures et dessoudures. Ces paquets laminés dont les dimensions varient servaient à former les couvertes entières des plaques. En emprisonnant entre deux couvertes une série de barreaux ébauchés de même section et en chauffant trois à quatre fois les plaques, on arrivait à produire des épaisseurs et des surfaces considérables par un travail combiné de laminage et de martelage. Le ceintrage oblique des plaques était obtenu par de puissantes presses hydrauliques. Des outils spéciaux de relevage avaient été combinés aussi pour n'avoir pas à repasser les pièces au-dessus des cages de laminoirs.

Nous croyons devoir finir ce travail par quelques notes sur les travaux de la Société des ingénieurs allemands sur une question qui nous semble toucher au sujet que nous venons de traiter. On avait proposé comme étude de déterminer les causes qui produisent les soufflures dans le chauffage de l'acier puddlé du fer à grain et des fers en paquet, et les moyens d'y remédier. Le mémoire de M. Lobel de Gleiwitz établissait en premier lieu la différence de liquidité entre les scories formant le lit de fusion dans ces trois cas. Il expliquait comment la combinaison du carbone, soit à l'état de graphite dans les gueuses, soit uni d'une manière plus intime avec l'oxygène, donnait l'oxyde de carbone, gaz qui se trouvait enfermé et contenu dans la masse. La difficulté d'écarter les scories dans l'intérieur des loupes était évidemment dans un certain rapport avec le degré de fluidité plus ou moins marqué de ces scories. L'addition des poudres composées de manganèse et de chlorure de sodium dans le four à puddler se trouve facilement expliquée par la raison signalée ci-dessus.

Les bains de scories sont plus épais, au contraire, par l'addition de la chaux, et à une époque, dit-il, où on garnissait l'intérieur des fours puddler, les soufflures aussi étaient encore plus fréquentes, les déchirures attestaient la présence de ce corps longtemps après le refroidissement.

1. Voir nos numéros d'avril et d'octobre.

L'argile, un morceau de brique détaché de la paroi du four produit le même effet. Les loupes deviennent très-difficiles à souder en présence de cette matière étrangère, surtout lorsque la température du four s'est abaissée. Enfin, l'excès de scories qui favorise et précipite l'opération du bouillonnement aux dépens de l'avalage qui dure plus longtemps, peut être une cause de ce genre de défauts. Le fer à bandages formés de paquets dans la composition desquels sont entrés des déchets très-oxydés, peut donner lieu à des criques et à des gerçures dans le métal travaillé, mais il ne produit jamais des dessoudages intérieurs au milieu de la masse. Enfin les cendres du foyer du four, lorsque les barreaux sont trop élevés ou l'autel trop bas, peuvent agir, mais dans quelques cas particuliers seulement. L'auteur a remarqué qu'avec de la fonte obtenue au minerai cru traité au haut-fourneau avec *surcharge*, la période dite de bouillonnement arrivait très-rapidement, mais que le soudage était difficile et que l'on pouvait attribuer ces obstacles aux portions de fer affiné qui se trouvent dans les gueuses; ces particules ont été directement soumises à l'influence du vent du haut-fourneau.

Le travail qui suit l'action du puddlage, le cinglage et les moulins broyeurs paraissent aussi inférieurs au marteau; ils frappent avec trop de ménagement, c'est-à-dire en effectuant une pression graduée, tandis que la loupe doit arriver sur l'enclume très-chaude. Elle ne doit pas être de dimensions trop fortes sans quoi elle est difficile à sortir du four sans refroidissement et les tenailles la saisissent mal; les marteaux étant les plus forts possibles en évitant les enclumes concaves, *recommandées pourtant en Angleterre*, les bords de la loupe se trouvent frappés d'abord et soudés trop vite : les embases plutôt étroites que larges. Les martinets anciens, sous certains rapports, sont préférables au marteau pilon en permettant des coups réguliers, énergiques, parfaitement égaux. Dans le cas où le marteau qui doit en quelque sorte servir de guide dans la fabrication, dénote des parties crues, non affinées et des scories emprisonnées, il convient de rapporter le métal au four et de cette manière payer ce travail plutôt en raison de la qualité du fer produit qu'en raison de la quantité. On est ainsi renseigné sur la constitution et l'homogénéité plus ou moins grande de la matière, et on peut se débarrasser des scories emprisonnées vers les bords, mais avec plus de difficultés que de celles contenues au milieu de la masse. Ceci explique pourquoi on a renoncé aux grandes loupes dans la fabrication des tôles. Toujours peut-on considérer comme un fait acquis l'importance d'un chauffage régulier commençant par une température moyenne et finissant par une température très-élevée dans le four.

On a constaté aussi que c'était aux températures basses que les réactions entre le carbone et les scories avaient lieu et produisaient l'oxyde contenu dans ces soufflures, et, comme remarque à faire sur ce sujet, il suffit de se rappeler la fabrication de l'acier de cémentation dont les soufflures sont si caractérisées que ce métal porte souvent le nom d'*acier poule*. Une autre disposition bonne à indiquer consiste, dans la formation des paquets à tôle, à laisser au milieu de la masse du paquet un espace vide, obtenu par

l'enlèvement de quelques barreaux de fer ébauché. La chaleur se répartit plus également, la scorie préservatrice entoure mieux le paquet dans tous les sens sans être toutefois trop difficile à expulser. Quant aux raisons qui rendent ce genre de défauts plus fréquent dans les grandes tôles, peut-être pourrait-on l'attribuer à la surface minime de la section qui reste pour la sortie et qui n'est plus proportionnelle à la masse : d'un autre côté, la résistance diminuant, ces déchirements apparaissent à froid aussitôt le laminage terminé. Le refroidissement de la partie scoriée et des parties saines doit, en effet, amener des contractions inégales, aussi trouve-t-on dans ces conditions l'explication facile du phénomène qui rend invisibles ces défauts pendant le travail. Quelquefois aussi les laminoirs s'évident et se creusent au milieu; les scories et l'oxyde de carbone restent donc forcément emprisonnés, et ce dernier gaz s'échappe seulement lorsque les parois sont devenues moins résistantes et que l'effort à faire est égal à la force d'expansion directe du gaz.

Il semblerait donc que les défauts dans la constitution du fer peuvent tenir à la fois de la matière première et du travail.

Les précautions indiquées sont les suivantes :

1° Four à puddler bien construit, en briques très-réfractaires, marchant à très-haute température, placé le plus près possible du marteau, flammes courtes et feu modéré au commencement;

2° Choix particulier des gueuses, écarter les fontes provenant de hauts-fourneaux marchant avec surcharge, les éviter d'autant plus que l'on veut obtenir des fers à plus grandes surfaces — tôle, fers à T pour bâtiments — double T;

3° Surveillance attentive du puddlage en empêchant l'épaississage du bain par l'addition mal à propos de scories; division des loupes; salaires correspondant plutôt à la qualité qu'à la quantité du métal obtenu;

4° Surfaces *convexes* dans l'enclume et les pannes de marteaux; ces surfaces de petites dimensions, mais les coups repétés et énergiques; le corroyage le plus complet, mais avec des marteaux suffisants comme puissance. Ils doivent guider sur la valeur de la fabrication, et c'est sur l'examen de ce travail qu'il convient de renvoyer au four les loupes mal affinées;

5° Paquets composés de barres faibles, plus hauts que larges, travaillés à haute température.

Le rapport sur le même sujet de M. Petersen signale comme d'une grande importance les deux conditions suivantes : 1° Préserver de l'oxydation dans le four les paquets; 2° éloigner la couche d'oxydule provenant du bain de scories. Le but semble atteint lorsque, au moment de la formation des loupes le puddleur cherche à produire du fer à grains avec des scories encore parfaitement liquides pendant la dernière période du travail. Le silicium et le phosphore en petite quantité paraissent satisfaire facilement à la deuxième condition, et cette considération est appuyée des expériences de Johnston et Calvert qui n'admettent le départ de ces éléments qu'à l'état de combinaison avec la couche d'oxydule de fer. Le



soufre seul n'agit pas, mais il brûle au moment du travail sous le marteau en convertissant l'oxyde lui-même en oxydule. Il est évident que la mauvaise conduite du feu et le volume d'air en excès introduit sur la grille peuvent aussi, dans une certaine mesure, amener l'oxydation du métal, oxydation facile aux températures élevées.

Les soufflures sont fréquentes surtout dans les tôles fines, et leur production doit être le résultat de la plus grande dilatation de la partie du métal non affiné qui, lors de la contraction à froid, se resserre en présence de l'oxyde de carbone. Dans les tôles épaisses ce résultat est peut-être dû au chauffage inégal entre la partie non affinée et le métal sain, couche qui alors se dessoude. Cette dernière observation est importante; elle montre en effet que la *pression hydraulique* à froid des *chaudières à vapeur* ne présente qu'un degré de sécurité très-relatif.

Les variations de température du foyer peuvent déterminer, en effet, la formation du gaz oxyde de carbone dans des couches dessoudées par l'inégalité des dilatations, et au bout de quelque temps de service, des accidents peuvent résulter soit des défectuosités primitives du métal mal fabriqué, ou de qualité inférieure comme matière première.

Un fait sur lequel les ingénieurs semblent d'accord, consiste dans l'usage des poudres de manganèse et de chlorure de sodium qui présentent l'*avantage de constituer des bains bien liquides faciles à écarter pendant les différentes opérations du puddlage*. D'un autre côté, la chaux et les argiles amènent, d'une façon à peu près constante, les soufflures dans les tôles.

De là le procédé Till qui consiste à écarter les battitures du fer, puis à humecter les barreaux d'un liquide formé de :

1 1/3 Talc, pour unir la matière et la rendre homogène en agissant par le carbone.
1/2 Poix.
1/4 Sel marin, formation d'azotate de soude pour arriver à des bains très-liquides.
1/4 Ammoniaque, pour éviter l'oxydation et nettoyer les surfaces.

Plus la température est élevée, plus ces exfoliations sont rares, ce qui explique pourquoi les fers à grains fins et les aciers puddlés n'en contiennent presque pas. Les fers qui seraient les plus exposés sont ceux provenant de fontes grises contenant beaucoup de carbone à l'état de graphite et qui sont déjà peu propres par leur manque d'homogénéité à donner de bons produits puddlés. Aussi anciennement toutes les variétés de ces dernières passaient-elles au foyer d'affinage dans lequel la quantité de graphite n'était pas diminuée, mais, dit M. Petersen, répartie d'une manière plus égale et plus uniformément dans la masse.

Les fontes aciéreuses présentent aussi des difficultés analogues pour leur traitement. Les loupes montrent de petites parcelles crues, aciéreuses, très-dures, difficiles à échauffer, et par suite à travailler. Cependant en les mélangeant avec des fontes douces et homogènes, on remédie à ces inconvénients. Les fontes blanches à pâte épaisse, à bouillonnement rapide, donnent quelquefois aussi ces soufflures, mais moins fréquem-

ment, et le travail en lui-même, s'il est bien conduit, les écarte plus facilement.

Voici quelques analyses des parties noires provenant des fers mal affinés ou mal puddlés :

1° *Analyse :* 2,375 silice.
107,473 oxyde de fer.
96,736 oxydule.

2° *Analyse :* 7,932 silicate de fer formé de 2,375 silice, 5,557 oxydule.
76,671 oxyde de battitures.
15,307 fer.

Le mémoire de M. Schrader à Düren, prenant les phénomènes à leur origine, établit que les défauts peuvent prendre naissance dans les fontes brutes, ou dans les fours à puddler, ou enfin dans les fours à réchauffer. Le produit des hauts-fourneaux est complexe et varie lui-même selon le minerai, les fondants, le combustible, la température et la marche du fourneau. Il contient de l'oxyde de carbone, de la silice, du manganèse, du soufre en petite quantité, quelquefois du phosphore, de l'arsenic, du cuivre, de la chaux. L'analyse du fer de *Stahlberg* a donné les chiffres suivants, au charbon de bois :

| | |
|---|---|
| 82,860 | fer. |
| 10,707 | manganèse. |
| 4,506 | carbone. |
| 0,997 | silice. |
| 0,930 | oxyde, azote, soufre, calcium, aluminium. |
| 100,000 | |

Il divise les produits en fer au bois et fer au coke, selon que le carbone est dissous ou combiné quoique l'analyse ne permette cependant pas de se rendre toujours un compte exact de la provenance du métal. Cependant les produits au coke sont plus pauvres en carbone que ceux au bois, à cause de la température plus élevée du four, mais plus riches en silicium. Toutefois, ce dernier fait ne se réalise pas si les minerais sont très-manganésifères.

La description du puddlage nous indique : 1° que le fer, le fer à grains et le fer à nerfs contiennent 1,3 p. 100, 0,8, 0,3 de carbone. La plus ou moins grande difficulté dans la soudure de l'acier ou sa dureté paraît dépendre de la proportion de carbone qu'il contient. A 1,5 il a sa plus grande dureté et ténacité. A 2 p. 100 elle augmente, mais la ténacité diminue. Le fer à grain souvent mélangé d'acier durcit à la trempe et proportionnellement au carbone contenu. Le bon fer à nerfs riche en silice ne change pas de nature. La partie importante d'un bon travail de puddlage consiste à bien mélanger les deux couches, l'une de métal à affiner, l'autre de scories. L'oxygène de ces dernières se combine avec le carbone pour produire de l'oxyde de carbone qui brûle en flammes bleues. Pendant le bouillonnement, on fait échapper une partie des scories.

On a fait sept analyses pour un four à acier puddlé, ainsi divisées :

1° Cinq minutes après la sortie de la loupe ;
2° Nouvelle charge fondue et mélangée;
3° Deuxième ringalage ;
4° Quatrième ringalage;
5° L'acier commence à se réunir;
6° Formation des loupes;
7° Après la sortie des loupes.

Les fers employés étaient au bois, purs, manganésifères. On avait chargé 205 kilog. et extrait 192 kilog. d'acier puddlé. Durée de l'opération, 2 heures.

| | Oxydule de fer. | Oxydule de manganèse. | Acide silicique. | Argile. | Chaux. |
|---|---|---|---|---|---|
| N° 1. — | 60,643 | 18,763 | 14,436 | 5,738 | 0,520 |
| — 2. — | 54,731 | 24,044 | 15,995 | 4,775 | 0,473 |
| — 3. — | 57,226 | 21,506 | 15,419 | 5,348 | 0,411 |
| — 4. — | 58,832 | 20,130 | 14,747 | 5,790 | 0,501 |
| — 5. — | 57,359 | 21,417 | 15,336 | 5,475 | 0,414 |
| — 6. — | 58,141 | 20,792 | 14,922 | 5,653 | 0,492 |
| — 7. — | 60,017 | 19,062 | 14,586 | 5,816 | 0,519 |

On remarqua aussi des traces de nickel, acide phosphorique, etc.

Les scories sont formées de silicate oxydule de fer, silicate d'alumine, silicate d'oxydule de manganèse, silicate de chaux,

soit

$$n\,Fe0\,S^{i}0_3 + n\,Mn\,0S^{i}0^3 + Al_2 0^3 3\,S^{i}0^3 + n\,Ca0\;S^{i}0_3.$$

Pendant l'opération, l'air a peu d'action sur le fer protégé par les couches liquides de scories. Le carbone est donc forcé de prendre son oxygène dans le bain de scories. Il réduit surtout les couches d'oxydule qui abandonnent le plus facilement leur oxygène et entrent dans la masse dans la plus forte proportion. De là, liberté d'une certaine quantité de fer métallique s'unissant et se soudant à la loupe formée.

Les raisons qui déterminent les soufflures dans ce cas, rentrent dans les considérations précédemment exposées. Quoique d'autres analyses soient produites, qui montrent mieux encore l'influence des corps étrangers sur la pureté du métal, nous ne pouvons que résumer le dernier mémoire. Il paraîtrait que :

1° Le soufre ne contribue en rien, dans le four à réchauffer, aux soufflures ;

2° Ces soufflures sont remplies de gaz CO emprisonnés, acquérant par la haute température une force élastique considérable;

3° Souvent les déchirements sous le laminoir produisent une flamme bleue ;

4° La fonte crue au coke dont la fusion est plus difficile, le mélange avec les scories moins intime, la pureté moins grande, est sujette aux soufflures dans la fabrication des loupes, brâmes et tôles.

Dans le four à réchauffer, les parties non affinées fondent et au contact de l'oxygène s'affinent par suite de production d'oxyde de carbone. Cet oxygène est amené par les scories adhérentes aux parties crues, toujours moins complétement corroyées, forgées et épurées. Mais s'il y a déjà soudure, le gaz ne peut s'échapper, de là la soufflure. Par un chauffage rapide et sans mesure, on produira toujours cette action. La densité ou plutôt la fluidité des scories déjà signalée joue un rôle non moins important. Il convient d'éviter les chutes de briques dans la masse briquée que le puddleur place sur l'autel pour l'exhausser et garantir mieux le métal de l'oxydation;

5° Une température régulière et graduée peut éliminer le gaz oxyde de carbone; le bon choix du métal à traiter dans la fabrication des tôles produit le même effet;

6° L'acier fondu est homogène et donne peu ou point de soufflures.

En résumé : 1° Les soufflures proviennent de la nature de la fonte : ainsi, une fonte pauvre en carbone difficile à fondre présente fréquemment ce défaut;

2° Lorsque le puddleur laisse mal fondre son métal, ne ringale pas assez, ne régularise pas le bouillonnement;

3° Lorsque les paquets sont *surchauffés* dans le four à réchauffer.

Les moyens d'y remédier sont :

1° Faire arriver des fontes, *déjà fondues dans les cubilots*, dans des fours à puddler, ou opérer la fusion dans ces derniers avec le plus grand soin; 2° obtenir un *bain de scories très-liquide;* 3° *un mélange intime des matières; 4° un bon martelage et corroyage; 5° ne pas laisser les paquets exposés au four à une chaleur inutile; 6° chauffage gradué et en raison inverse de la richesse en carbone.*

Léon AUSCHER, Ingénieur.

DOCUMENTS A CONSULTER.

*Études sur l'Exposition de Londres* 1862. — *Dictionnaire de chimie industrielle* de Bareswill. — *Annales du Génie civil*, juillet, août et décembre 1865; avril 1866. — *Mémoire sur les procédés Henvaux.—Zeitschrift des Vereines deutcher Ingenieure.* Berlin, 1865, 8e partie. — *Fairbairn*, traduit par Gustave Maurice (*Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*).

# CHAUDIÈRES A VAPEUR

## de MM. GALLOWAY & Fils, constructeurs à Manchester,

DESTINÉES AU SERVICE

## DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS,

PAR M. L. DROUX, INGÉNIEUR.

(Voir planche XXXVII.)

### Force motrice de la section anglaise.

Un recueil anglais, l'*Engineering*, publie les plans des chaudières à vapeur, que MM. Galloway et fils, de Manchester, se proposent d'envoyer prochainement au Champ de Mars, pour le service de la section anglaise de l'Exposition universelle de 1867, à Paris.

Nous avons pensé qu'un premier examen de ces chaudières intéresserait les lecteurs des *Annales du Génie civil*. Notre travail est en partie la traduction de la notice anglaise, nous y avons cependant joint quelques considérations. La planche XXXVII, donne les détails des de ces chaudières.

Fig. 1. Coupe longitudinale d'une chaudière.
— 2. Plan d'une chaudière et coupe transversale d'une seconde.
— 3. Devanture de deux chaudières et de leurs fourneaux.
— 4. Coupe horizontale et par les centre des chaudières.

La force nominale de ces chaudières, dit l'*Engineering*, n'est que de 45 chevaux, mais elles sont susceptibles de produire quatre fois plus, en supposant que les machines motrices qu'elles doivent faire mouvoir soient en parfait état.

La longueur de chaque chaudière est de 24 pieds ($7^m$,31).

Le diamètre est de 6 pieds 6 pouces ($1^m$,98).

La chaudière est construite avec des tôles de shropphire de première qualité, leur épaisseur est de 3/8 ($10^{mm}$.). Les rivets sont doubles sur les jointures longitudinales et simples sur celles transversales.

Les fonds des chaudières sont maintenus par des tirants fixés au corps de la chaudière. Ces tirants, formés de deux fers d'angle, se rattachent aux tôles de fond à l'aide de plaques à coulisses.

Le constructeur a ménagé un espace de 9 pouces ($0^m$,229) entre les points d'attache et les tubes, de façon à laisser également un intervalle entre les plaques de fond et les tubes, en vue de la dilatation inégale qui se produit entre eux et les enveloppes de la chaudière.

Chaque chaudière possède deux foyers, logés dans deux bouilleurs

ayant chacun 2 pieds 8 pouces (0m,81) de diamètre, sur 5 pieds 6 pouces (1m,67) de long.

Les produits de la combustion se réunissent dans une chambre ou tube à section elliptique de 5 pieds d'ouverture (1m,52) sur 2 pieds 9 pouces (0m,83) de haut. L'épaisseur des tôles est la même que celle de la chaudière (10mm.), les rivets sont également doubles sur les jointures longitudinales, et les plaques formant foyer sont maintenues ensemble.

Les grilles sont disposées dans les foyers en trois longueurs ayant chacune 1 pied 10 pouces (0m,55).

L'épaisseur des barreaux est de 5/8 (15mm.) avec 3/8 (10mm.) d'intervalle par le passage de l'air.

Ces chaudières ont, en résumé, la forme générale des chaudières à foyers intérieurs, avec tous leurs avantages et tous leurs inconvénients, et nous doutons que l'Angleterre nous offre des chaudières de ce spécimen mieux étudiées et mieux construites que celles de M. L. Chevalier, l'habile constructeur, de Lyon; mais ce qui distingue surtout les chaudières de MM. Galloway, c'est la disposition des tubes à eau. Ici, la chaudière n'est plus tubulaire à la façon ordinaire, ce n'est plus la fumée qui passe dans les tubes, c'est l'eau au contraire qui s'y trouve enfermée, dans 21 tubes ou mieux petits bouilleurs, disposés transversalement dans la chaudière intérieure et non longitudinalement à la façon des chaudières tubulaires ordinaires.

La chaudière intérieure, celle dans laquelle se trouvent placés les foyers, est munie de 21 tubes ou petits bouilleurs, et de 4 espèces de poches latérales, représentées au plan de section (fig. 1 et 2) pour empêcher la flamme de se précipiter directement sur les petits bouilleurs transversaux. Disposées sur le côté, ces poches à renflements ramènent la flamme au centre du grand tube, pour la conduire ensuite, autant que possible, sur le centre des petits bouilleurs. En outre, les deux poches les plus rapprochées des foyers sont inclinées de façon à précipiter les produits de la combustion provenant des deux foyers dans un contact immédiat, pour arriver à produire un mélange intime des gaz enflammés.

En chargeant alternativement la grille de chaque foyer et en permettant l'arrivée d'une quantité convenable d'air, à travers des ouvertures pratiquées dans la porte du fourneau, on parvient, à l'aide des dispositions ci-dessus, à empêcher la formation de la fumée.

Les petits bouilleurs, ainsi que les poches, sont formés d'une seule feuille de tôle sans rivets.

Au sortir de la chaudière intérieure, les produits de la combustion circulent de chaque côté, puis en dessous de la chaudière, avant d'être entraînés dans la cheminée.

Les chaudières reposent sur des murs en briques réfractaires, comme l'indiquent au surplus les détails du plan (fig. 1 et 4); chaque chaudière est surmontée d'une chambre de vapeur de 2 pieds de diamètre (0m,61) sur 6 pieds de long (1m,82), et possède deux soupapes de 4 pouces (102mm.) de diamètre. Ces soupapes sont d'une construction spéciale.

Les deux générateurs, destinés au service de l'Exposition, sont construits



pour travailler à une pression de 50 livres anglaises par pouce carré (environ 3 atmosphères 1/2) ; ils ont été essayés à une pression de 120 livres anglaises par pouce carré.

Ces appareils sont semblables à ceux que MM. Galloway et fils construisent journellement.

Rappelons, en passant, que MM. Galloway sont les défenseurs du système à doubles rivets sur les jointures longitudinales; ces messieurs ont toujours prétendu que la dépense supplémentaire causée par les doubles rivets n'augmentait pas sensiblement le prix des chaudières, cette dépense supplémentaire permettant d'employer des tôles moins fortes en épaisseur.

Le rédacteur de l'*Engineering* ajoute que les tubes à eau de MM. Galloway et fils sont généralement employés en Angleterre, que cet atelier de construction en a déjà livré plus de trente mille à l'industrie, et que leur brevet de 15 ans vient d'être prorogé par la chambre des lords.

Il ajoute que ces tubes, placés transversalement dans le bouilleur central, maintiennent son écartement tout en donnant plus d'énergie à la circulation de l'eau.

Nous attendrons pour nous prononcer sur le mérite de ces chaudières, qu'elles soient en fonction au Champ de Mars, concurremment avec les autres systèmes de générateurs; plusieurs de leurs dispositions nous semblent néanmoins, dès à présent, avantageuses.

Les deux foyers séparés peuvent, évidemment, être considérés dans de certaines limites, commesusceptibles de produire un chauffage fumivore, mais ces alternatives d'intensité dans la combustion doivent causer une série de dilatations et de contractions nuisibles à la bonne conservation des tôles, et surtout des rivures.

La disposition des petits bouilleurs transversaux doit être doublement avantageuse : 1° en ce qu'elle permet la circulation de l'eau dans la chaudière; 2° en ce que les bouilleurs sont parfaitement placés pour l'utilisation de la chaleur ; — mais cette construction doit être difficile à exécuter et surtout à réparer.

MM. Galloway disent bien que ces bouilleurs coniques sont formés d'une seule plaque à rebords, mais ils ne s'expliquent pas sur le système d'attache avec le corps de la chaudière. En raison des parties courbes, ces jointures doivent être d'une exécution difficile.

En tout cas, les chambres de vapeur nous semblent totalement insuffisantes pour assurer le fonctionnement régulier d'une grande machine à vapeur.

La présence de grands réservoirs de vapeur aurait, en outre, l'avantage de diminuer considérablement la proportion d'eau entraînée dans les chaudières à production rapide, et obvierait aussi aux inconvénients généraux de la chaudière tubulaire.

LÉON DROUX, ingénieur.

---



# NOTE

## SUR LES CHAUDIÈRES A VAPEUR

DESTINÉES AU SERVICE

# DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

(FORCE MOTRICE, ENTREPRISE CHEVALIER-DUVERGIER, DE LYON.)

PAR **M. O. GRENIER**, INGÉNIEUR.

(Planche XXXVIII.)

---

*Chaudières tubulaires de* L'. Chevalier, *constructeur à Lyon.*

Ce sera avec une satisfaction bien grande que l'on verra à l'Exposition universelle de 1867 une nombreuse collection de chaudières et de machines à vapeur. Parmi les visiteurs, il en est un grand nombre qui auront besoin de conserver le souvenir des objets qu'ils auront vus, et c'est pour ceux-là, ingénieurs, constructeurs, mécaniciens, contremaîtres, que je viens décrire par avance une partie des chaudières à vapeur destinées au service de la force motrice de l'Exposition.

On trouvera dans la pl. XXXVIII les détails de construction de deux chaudières à vapeur construites pour ce service par la maison L. Chevalier, de Lyon.

M. L. Chevalier est incontestablement l'un des constructeurs qui ont fait faire les plus grands progrès à la chaudière à foyer intérieur, tubulaire ou non. Les dernières dispositions auxquelles il est arrivé, après bientôt trente années de pratique industrielle, prouvent combien ses études ont été sérieuses. C'est par des perfectionnements pratiques qu'il a répondu aux deux objections principales faites à ce genre de chaudières.

Les principaux inconvénients des chaudières à vapeur tubulaires employées aujourd'hui dans l'industrie, sont :

1° Construction déformable, ce qui a toujours lieu quand la directrice des surfaces constituant ces chaudières n'a pas un centre de figure;

2° Nettoyage difficile dans le foyer, qui ne peut être maintenu que grâce à des armatures et entretoises. Il en est de même dans la partie tubulaire ou l'espace intertubulaire est très-petit;

3° Extinction des flammes passant immédiatement du foyer dans une série de sections relativement petites et de grande longueur, et en même temps refroidissement des gaz de la combustion;

4° Corrosion rapide des tubes à leur intersection avec la plaque tubulaire du foyer, tant qu'ils resteront situés dans un milieu où la chaleur rayonnante est considérable;

5° Entraînement dans les tubes d'une certaine quantité de particules

solides qui les usent rapidement; cet entraînement est d'autant plus à craindre que le combustible employé est du coke et qu'un jet de vapeur active le tirage dans la cheminée;

6° Dilatations différentes entre l'enveloppe de la chaudière et la partie tubulaire; conséquence : fuite des tubes au mattage malgré l'emploi supplémentaire de bagues;

7° Très-grande production de vapeur vers la plaque tubulaire, puisque le contact des flammes avec cette paroi est des plus intimes, les flammes hésitant à entrer dans les tubes; les bulles de vapeur qui se forment en contact de cette plaque entraînent l'eau qui, déjà et à cause de ces mêmes tubes, a de la difficulté à y circuler, et laisse ainsi leur extrémité à découvert,—phénomènes qui contribuent puissamment à la prompte corrosion de la partie tubulaire.

8° Réparations extrêmement difficiles dans les parties intérieures de la chaudière et amenant souvent le remaniement complet de cette chaudière quand elles n'entraînent pas son remplacement;

9° Le plus souvent le volume d'eau qui est contenu dans ces chaudières est faible, ce qui produit une très-grande variation dans le niveau de l'eau et peut laisser à découvert les parties chauffées;

10° Dans la généralité des cas, ces chaudières, employées dans l'industrie, sont dépourvues de magasin de vapeur d'un volume assez grand pour parer, dans un instant donné, aux grandes variations dans la production et surtout dans la consommation de la vapeur.

L'intensité de l'ébullition, et par suite celle de la quantité d'eau entraînée, croissant proportionnellement à la diminution de pression dans la chaudière et proportionnellement au faible volume du vase, ne peut être considérable avec un grand magasin de vapeur, puisque l'un des termes proportionnels, le volume du vase, est relativement grand. Si cette dernière condition n'est pas remplie, il existera une ébullition mouvementée et un entraînement d'eau qui pourra s'élever jusqu'à 25 p. 100 du poids de la vapeur produite, et comme cette eau est entraînée à la même température que la vapeur, le nombre de calories qu'elle emportera sera complétement perdu comme effet dynamique. Il faut ajouter qu'il est préférable, au point de vue de la régularité dans la production de vapeur d'une chaudière, d'augmenter le volume d'eau plutôt que le volume de la vapeur, le premier étant une réserve de poids instantanément transformable en volume, et le second un volume qui devra être conservé tel.

Ceci établi, voici la description des deux chaudières à vapeur de systèmes différents construites dans les ateliers de M. L. Chevalier de Lyon, et destinées au service de l'Exposition universelle de 1867, à Paris.

Comme nous l'avons dit, ces chaudières sont représentées avec tous leurs détails dans la pl. XXXVIII, planche à laquelle nous prions le lecteur de se reporter.

Dans les deux chaudières A et B les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces.

*a* Chambre d'eau diminuant le rayonnement extérieur.

*m* Cloison en briques séparant les deux foyers.



Pinces des tubes pouvant se réparer facilement et permettant de reconnaître les fuites extérieurement.

*q* Boîte à fumée de la chaudière.

*r* Bouilleurs réchauffeurs.

*s* Galeries considérablement diminuées vers le haut pour obliger le volume des gaz à s'étendre dans toute la section.

*t* Accroissement du diamètre du foyer pour faciliter la pose des tubes.

GG HH Joints permettant le démontage complet de la partie tubulaire.

*Description de la chaudière à tubes recourbés et à deux foyers amovibles.*

L'utilité de l'amovibilité dans les chaudières a été expliquée d'une façon remarquable par notre ancien et savant professeur M. Thomas, sans que pourtant il soit arrivé à la résoudre, à notre avis, d'une façon aussi pratique que dans la chaudière que je décris.

Breveté pour une chaudière à foyer amovible quelques mois après que M. L. Chevalier l'était lui-même pour une chaudière à foyer et à tubes à dilatation libre, une omission de la part de ce dernier de stipuler dans son brevet la possibilité de démonter le vaporisateur, laisse, par ce fait, à M. Thomas le droit de revendiquer sa part de cet important perfectionnement apporté aux chaudières tubulaires.

Quand même la priorité de l'invention serait discutable, MM. Chevalier et Thomas n'en seraient pas moins deux hommes remarquables, l'un arrivant en savant et avec les hautes ressources de la science, l'autre en praticien avec tout l'acquis d'un long travail, cheminant tous deux par des routes différentes vers un résultat commun, l'*amovibilité* des chaudières à vapeur.

Le type de la chaudière A se compose de deux parties bien distinctes :

1° L'enveloppe de la chaudière,
2° Le corps du foyer ou vaporisateur.

Le constructeur a cru devoir mettre dans cette chaudière, de $65^{m^2}$ de surface de chauffe, deux foyers séparés dans le bouilleur par une cloison (*m*).

Les flammes, au départ, circulent séparément et en sens inverse dans les tubes recourbés; elles se réunissent ensuite dans les carneaux qui entourent la chaudière, puis circulent sous les réchauffeurs pour se rendre dans la cheminée.

L'emploi de deux foyers, quand au besoin un seul plus grand pourrait suffire, donne des résultats pratiques assez remarquables pour en conseiller l'application dans de certains cas particuliers. La chaudière que nous décrivons ayant été construite *pour le service* de l'Exposition et en vue d'expériences à subir, a été faite dans les conditions les plus favorables, sans s'astreindre à un dispositif de local donné.

La surface de la grille devant être environ 1/40 de la surface de chauffe totale quand on veut que la production de vapeur soit en



moyenne de 18 à 20 kilog. par mètre carré de surface de chauffe avec la facilité de la porter à 25 dans un moment donné, a obligé le constructeur à donner à la chaudière A une grille de $1^{m2}$,500. Or il est bien constaté qu'une grille de cette étendue est difficile à bien conduire, et que dans les moments où la production de vapeur doit diminuer, l'économie dans la combustion sur la grille ne suit pas proportionnellement cette décroissance dans la production, en raison des rentrées d'air froid qui deviennent considérables.

M. Chevalier admet que la substitution de deux grilles plus petites à une grille plus grande se fera convenablement pour les surfaces de $1^m$,50 à $2^m$,50, quand on voudra une conduite convenable de la grille avec une plus grande production de vapeur à un moment donné. La somme de surface de deux grilles pouvant être supérieure à celle d'une seule grille, permettra de brûler convenablement une plus grande quantité de combustible, tout en disposant en même temps d'une plus grande surface rayonnante. Si, au contraire, la production de vapeur devait diminuer, une grille seule marcherait activement, et l'on n'entretiendrait sur l'autre qu'un feu couvert. Il sera toujours préférable de marcher ainsi, plutôt que d'entretenir une combustion incomplète ne produisant que de l'oxyde de carbone.

Cette chaudière est, du reste, construite de façon à ce qu'il soit toujours possible, en coupant la chaudière par le milieu, de former deux chaudières semblables à celles que M. Chevalier construit en ce moment pour les bateaux-omnibus de la Seine (*les Mouches de Paris*).

Nous allons décrire un foyer, et examiner comment fonctionne la chaudière complète, en suivant l'ordre des défauts reprochés aux chaudières tubulaires ordinaires.

1° Toutes les parties, enveloppe et foyer, sont cylindriques, et par conséquent *indéformables*. Cette disposition n'exige aucune armature autre que les tirants qui maintiennent les fonds avec le corps même du foyer.

Ce dernier porte en *a* une chambre d'eau permettant de diminuer le rayonnement extérieur de la grille, et enfin une porte creuse contenant de l'eau pour atténuer le rayonnement, et rendre ainsi l'abord de ces chaudières moins fatigant pour le chauffeur.

2° Le nettoyage sera facile, puisqu'aucune armature n'empêchera l'accès des parties incrustées, et que les tubes eux-mêmes, espacés largement, laisseront leur abord possible jusqu'au moment ou il y aura lieu d'user de l'amovibilité pour obtenir un nettoyage complet, ou faciliter une réparation du foyer ou de la partie tubulaire.

3° Les flammes venant d'une grille, convenablement inclinée pour en permettre la bonne conduite, franchissent l'autel et pénètrent dans une chambre d'inflammation des gaz, où ils achèvent de s'oxyder ; en cet endroit leur vitesse diminue considérablement, puisqu'elles passent d'une section plus petite, celle comprise entre le cylindre du foyer et l'autel dans une section plus grande, qui est le corps entier du foyer ; il s'ensuit, et l'expérience l'atteste, que les particules solides emportées

par les flammes à la première vitesse, tombent à la seconde, et se réunissent toutes dans l'espace *d*, d'où elles sont retirées par une porte située en dessous de l'autel en fonte.

Les flammes arrivent donc aux tubes débarrassées de toute particule solide, et à leur maximum d'oxydation, la combustion s'étant complétée dans la chambre d'inflammation, et tous les gaz étant sensiblement transformés en acide carbonique.

4° La partie tubulaire étant courbe, courte et d'un gros diamètre, permet, en vertu du coude, de donner satisfaction à la dilatation, de diminuer la perte de charge à l'écoulemeut des gaz, et, par suite, le tirage est encore énergique malgré ce changement brusque dans la direction des flammes.

Cette disposition permet en outre au tube de bien s'asseoir sur la plaque tubulaire courbe, puisqu'il y est assujetti mécaniquement par mattage, et par la pression mesurée sur la surface correspondant à la section du tube.

Le gros diamètre et la faible longueur des tubes permettent aux flammes de les traverser sans s'éteindre, ou tout au moins sans en altérer la combustion en la rendant incomplète; enfin, la circulation autour de la chaudière vient achever l'utilisation de toute la puissance calorifique du combustible.

La disposition de cette partie tubulaire n'a donc plus aucun des defauts cités aux paragraphes 3, 4, 5, 6 de la critique qui précède.

Quant au nettoyage intérieur de ces tubes courbes, une brosse articulée en donne ingénieusement satisfaction.

5° Le contact des flammes avec la partie tubulaire cylindrique est ici aussi énergique que dans les autres chaudières; mais on voit, par la coupe transversale, qu'aucun tube n'empêchera les bulles de vapeur qui se produiront de se dégager en entraînant l'eau là où l'hésitation des flammes à pénétrer dans les tubes est la plus grande, et où leur intensité calorifique est considérable. Les pinces des tubes n'auront donc rien à craindre.

Les réparations toujours difficiles dans les foyers des chaudières tubulaires ne peuvent l'être ici; deux joints que l'on défait permettent de sortir le vaporisateur proprement dit, de le changer même, mais, dans tous les cas, de le réparer facilement.

Dans cette chaudière le volume d'eau peut être porté à la quantité voulue, même dans les applications industrielles les plus exigeantes. En effet, en conservant la surface de chauffe capable de l'évaporation demandée, on voit que la longueur de la chaudière n'entraîne pas fatalement la même longueur aux tubes, et qu'il est toujours possible de conserver derrière le tube la quantité d'eau nécessaire à la régularité demandée.

De plus, cette quantité d'eau toujours prête à se vaporiser au moment où la pression diminue, sera, selon l'expression de mon savant maître M. Thomas, le *volant de calorique* alimentant la propre régularité des moteurs à vapeur.



Enfin, un grand magasin de vapeur satisfera à l'exigence que plus haut je mentionnais.

Deux réchauffeurs, communiquant entre eux et avec la chaudière, sont placés dans la galerie établie sous la chaudière. Ils reçoivent l'eau d'alimentation qui y parvient en sens inverse de la circulation des flammes; on est donc sûr qu'il existe toujours un maximum de différence de température entre le corps qui échauffe et celui qui est échauffé, et le constructeur reste dans d'excellentes conditions de transmission de chaleur au travers des corps.

Dans cette disposition, l'eau nè pénètre dans la chaudière que lorsqu'elle a déjà atteint une certaine température; elle ne vient plus en impressionner les parois chaudes jusqu'au point d'y engendrer des fuites, accidents qui se produisent journellement avec les alimentations directes.

Si l'on examine en détail la construction des chaudières de M. Chevalier, on remarque qu'il n'existe dans le corps du foyer aucune clouure soumise à l'action rayonnante du feu: on ne craint donc plus de voir, en présence de la haute température des rivures, les trous s'ovaliser sous l'influence de la tension longitudinale exercée par le fond, et la chaudière fuir bientôt.

L'excellente fabrication de MM. Petin et Gaudet permet aujourd'hui l'emploi de feuilles de tôle de grande largeur, la diminution du nombre de rivures, et diminue conséquemment les chances de fuite.

Les foyers de ces chaudières sont en tôle d'acier fondu, et le reste en tôle d'acier Bessemer. Celle que nous décrivons maintenant est timbrée à $6^{k},5$, et produira 9 kil. de vapeur par kil. de combustible employé. Le constructeur espère même dépasser de beaucoup cette production dans les expériences qui seront faites à l'Exposition. Malgré tous les avantages de ces chaudières, et tous les soins apportés à leur construction en tôle d'acier, chacune de ces chaudières, d'une surface de chauffe de 65 mèt., peut être livrée, munie de tous ses accessoires, pour la somme de 9,000 fr., prix relativement très-bas.

*Description de la chaudière à un seul foyer.*

Je n'aurais presque rien à dire de la seconde chaudière à un seul foyer. C'est une chaudière analogue à celle que M. Chevalier a construite pour presque tous les établissements de la manutention de l'armée française; trois de ces chaudières fonctionnent à Paris, à la manutention du quai de Billy.

Comme on le voit sur le dessin ci-annexé, la chambre des gaz y est largement ménagée, et la plaque tubulaire éloignée du coup de flamme. Le nettoyage des tubes y est facile, et le démontage également; il ne s'agit que de démonter les deux joints *G G* et *H H*.

Une boîte à fumée *K K* permet d'effectuer le brossage des tubes, et d'examiner leur allure et leur degré d'altération, tout en permettant aux flammes de se rendre dans des galeries contenant des réchauffeurs.

Le volume d'eau étant considérable, ainsi que le magasin de vapeur, on est assuré de la régularité dans la production.

Enfin, la construction en est soigneusement faite soit en tôle d'acier Bessemer ou en tôle de fer pour l'enveloppe, et en tôle d'acier fondu pour le corps du foyer; en examinant les dessins de ces chaudières, qui donnent des détails de construction qu'il serait trop long de développer dans cette note, on arrive rapidement à considérer ces chaudières à vapeur comme des types dont l'industrie doit faire usage.

Ajoutons que ces différents systèmes de chaudières sont appliqués dans presque toutes les grandes industries et dans les grandes administrations. Les vastes ateliers de M. Chevalier, munis d'un bel outillage, lui permettent de construire presque toutes les chaudières de la navigation du Rhône, et une grande quantité de chaudières marines, tout en lui laissant la facilité de satisfaire aux besoins des grands industriels et des administrations. Nous dirons encore, en terminant, que l'importance de la production de ses ateliers est telle, que depuis une période de plus de vingt ans, il en est sorti annuellement plus de deux cent cinquante chaudières de toutes dimensions, indépendamment des pièces spéciales et des locomobiles.

O. GRENIER, ingénieur,
ancien Élève de l'École centrale des arts et manufactures. Professeur à l'École centrale Lyonnaise.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### SÉANCES DES 7 ET 21 SEPTEMBRE 1866.

(*Suite et fin.*) — Voir la livraison d'octobre.

---

Nous continuons l'analyse du mémoire lu par M. Lavalley sur les travaux de l'isthme de Suez. — Nous prierons les lecteurs de se reporter aussi à la note publiée par M. Chauveau des Roches sur l'ensemble de ces travaux, dans la livraison de septembre des *Annales du Génie civil*, note accompagnée de deux figures explicatives.

EXÉCUTION DE LA PARTIE HAUTE DU CANAL. — La partie haute du tracé comprend les trois hauteurs d'El Ferdane ou le Seuil, du Sérapéum et de Chalouf.

Les ouvriers égyptiens ont ouvert à travers le Seuil, entre les lacs Ballah et Timsah, une tranchée dont le plafond, d'une douzaine de mètres de large, était à 1 et 2 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Par cette tranchée, la Méditerranée arrive jusqu'au lac Timsah.

Le talus côté Asie de cette tranchée est le talus définitif du canal. C'est donc le côté Afrique qu'il a fallu reculer pour donner la section définitive.

Le déblai au-dessus de l'eau se fait, au wagon, sur une certaine longueur par un atelier en régie; sur le reste, à l'entreprise, par M. Couvreux qui emploie des excavateurs.

Quand la tranchée a atteint 20 mèt. de largueur au plan d'eau et 2 mèt de profondeur, MM. Borel et Lavalley terminent le creusement du canal; leurs dragues verseront leurs déblais dans des gabares à clapets de fond qui iront se vider dans le lac Timsah.

Ces bateaux ont 33 mètres de long et 7 mètres de large; ils portent 125 mètres cubes de déblai, avec un tirant d'eau de $1^m,50$.

Ils ont deux hélices. Leur machine est à deux cylindres indépendants horizontaux adossés l'un à l'autre. Elle marche à haute pression sans condensation, ce qui la rend plus simple et plus légère. La chaudière est tubulaire; timbrée à 8 atmosphères, elle fonctionne à l'eau douce. Elle a 22 mètres carrés de surface de chauffe. Ces bateaux, chargés ou léges, marchent à raison de 5 à 6 kilomètres à l'heure. Ils ont été, pendant plusieurs mois, employés à Port-Saïd où leur faible tirant d'eau permettait d'attaquer le chenal maritime par l'intérieur du bassin, tandis que les grands porteurs ne pouvaient l'attaquer qu'en venant du large. Quoique faits exclusivement pour les lacs, ils tiennent assez bien la mer.

Au Sérapéum, les circonstances ne se prêtaient pas á un travail de terrassement au wagon.

Le premier travail, commencé il y a dix-huit mois, a consisté à creuser le branchement du canal d'eau douce et à amener l'eau jusqu'à l'emplacement du canal maritime.

La section du Sérapéum communiquait ainsi dès lors par une voie navigable avec Ismaïla et la mer.

La rigole, sur l'emplacement du canal maritime, a été creusée presque entièrement à bras et à la brouette.

Sur trois points seulement, où les hauteurs à traverser étaient plus considérables, on a employé des wagonnets traînés par des mules.

Pour la traversée d'un assez fort monticule, MM. Borel et Lavalley ont installé un plan incliné à deux voies de fer, avec petite machine à vapeur et treuil à chaîne, pour remonter les wagons jusque sur le cavalier de dépôt.

Tous ces travaux touchent à leur fin et seront complétement terminés avant la fin de l'année. L'eau douce remplit déjà la rigole sur plusieurs kilomètres; un des bassins a reçu l'eau au printemps dernier; un second attend, pour se remplir, la fin de l'agrandissement actuellement en train du canal d'eau douce; le troisième et dernie sera rempli avant le prochain étiage du Nil.

Le sable du désert est extrêmement fin; il doit contenir une certaine proportion de terre végétale. Son extrême fertilité dès qu'on l'arrose en fait foi. Son imperméabilité dès qu'une certaine épaisseur a été imprégnée d'eau est complète.

De plus l'eau du Nil, toujours chargée de limon, colmate rapidement le fond et rend promptement étanche un terrain perméable.

C'est pendant l'étiage du Nil, alors que le débit du canal d'eau douce était au minimum, que l'eau a été introduite dans le premier bassin. La quantité d'eau absorbée par le fond très-plat de cette dépression fut très-considérable pendant les premiers jours, puis l'eau commença bientôt à s'élever assez rapidement. Après quelques semaines, on ferma la communication avec le canal d'eau douce; et l'abaissement journalier du niveau, constaté avec soin, se trouva correspondre seulement à l'évaporation qui, sous ces latitudes basses, dans un air extrêmement sec, est toujours considérable.

Les dragues employées au Sérapéum sont exactement du même type que celles employées à Port-Saïd.

Les gabares devant porter les déblais dans les bassins d'eau douce, devaient permettre d'utiliser les plus petits fonds. M. Guibert, l'habile directeur des chantiers de MM. Ernest Gouin et C^e^, à Nantes, proposa et construisit des gabares à clapets latéraux, qui satisfont très-bien à cette disposition.

Ces bateaux entièrement en fer ont $32^m,50$ de long, sur 6 mètres de large. Le puits à déblai, divisé en six compartiments, occupe au milieu une longueur de 20 mètres.

Le fond est plat, mais, dans toute la longueur du puits, règne une chambre à air de section triangulaire dont le fond du bateau forme le grand côté. Le sommet du triangle est à peu près au niveau des plats-bords.

Cette chambre à air partage ainsi le puits en deux parties d'un bord et de l'autre.

Les côtés du bateau sont légèrement renversés vers le dehors. Dans ces côtés sont pratiquées les portes dont la longueur égale celle de chaque compartiment. Elles ont 1m,20 de haut ; leur charnière est placée à la partie supérieure.

Les treuils de manœuvre des portes sont placés à l'intérieur de la chambre à air ; on y arrive par les compartiments extrêmes du bateau.

Le compartiment de l'arrière comprend une machine à deux cylindres, la chaudière, les soutes à eau douce et à charbon.

La machine et la chaudière sont les mêmes que celles des gabares à clapets de fond.

Les porteurs à clapets latéraux portent de 80 à 90 mètres cubes de déblais au tirant d'eau de 1m,30.

C'est avec ce matériel et ces dispositions qu'est attaqué et se terminera le canal à travers le Sérapéum, depuis le lac Timsah jusque vers le 94e kilomètre.

A partir de ce point, le terrain s'abaisse brusquement jusqu'au niveau des deux mers, puis il descend par une pente insensible jusqu'au delà du 97e kilomètre où il se trouve à environ 3 mètres au-dessous de la mer.

Là se fait un nouvel abaissement assez rapide et on arrive aux grands fonds du grand lac plus bas que le plafond du canal.

MM. Borel et Lavalley se proposent de ne pas attendre pour creuser le canal entre le 94e et les 97e kilomètre que les lacs Amers soient remplis. Voici comment ils procéderont :

Ils ont commencé le creusement du canal à bras pour former deux banquettes latérales qui seront prolongées jusqu'au point où le terrain est à 1m,50 au-dessous de la mer. Là, un barrage transversal réunira la banquette Asie à la banquette Afrique, et ainsi sera constitué un bassin ayant la largeur du canal définitif et près de 3 kilomètres de long, qu'il n'y aura plus qu'à approfondir.

Lorsque les dragues du Sérapéum, après avoir terminé la tâche qu'elles ont à faire en flottant sur l'eau douce, auront été abaissées au niveau de la mer, l'eau de la Méditerranée pénétrera jusqu'au 94e kilomètre ; on lui ouvrira alors un passage pour qu'elle aille remplir le bassin dont nous venons de parler, les dragues y entreront, et, au moyen de longs couloirs, viendront achever l'approfondissement entre les kilomètres 94 et 97 en jetant leurs déblais au delà des banquettes qu'elles consolideront ainsi, et mettront en état de résister plus tard aux lames du grand lac.

Il reste maintenant à dire comment sera coupée la hauteur de Chalouf qui sépare les lacs Amers de la plaine de Suez. Les contingents égyptiens avaient attaqué la partie la plus élevée, et ouvert la tranchée sur environ 4 kilomètres de longueur et jusqu'à 3 mètres au-dessus du niveau de la mer.

C'est à sec que sont continués les terrassements faits par les contingents, et que le plafond est descendu jusqu'à environ 3 mètres au-dessous du niveau de la mer. Ainsi la tranchée sera ouverte depuis la plaine de Suez jusqu'au point où, dans le petit lac, le terrain naturel se trouve au niveau ci-dessus. Ce travail sera terminé à peu près en même temps que les deux rigoles latérales qui traversent la plaine de Suez.

Alors le barrage conservé entre la grande tranchée de Chalouf et les rigoles de la plaine de Suez sera coupé, ainsi que celui qui, à l'extrémité de la plaine, à l'entrée de la mer Rouge, permet de laisser entrer l'eau salée pendant la haute mer.

L'eau arrivera ainsi au petit lac. Le petit lac est presque fermé, à son débouché

dans le grand lac, par un seuil dont le point le plus bas est à environ $1^m,50$ au-dessous du niveau de la mer. Sur ce seuil, une banquette de faible importance fermera complétement le petit lac, et permettra de le remplir avant de laisser entrer l'eau de la mer Rouge dans le grand lac.

L'achèvement du canal à la traversée de Chalouf, et tout le long du petit lac, se fera avec nos dragues ordinaires et des gabares à clapets de fond qui iront verser eurs produits dans le petit lac. Telle est la marche générale adoptée pour cette partie du canal.

L'exécution des terrassements à sec se fait à bras et à la brouette dans la partie où le terrain est à peu près au niveau de la mer, au wagon partout où le terrain est plus haut.

Pour remonter les wagons, on emploie des plans inclinés à deux voies avec treuils à chaînes et machine à vapeur placée sur les cavaliers.

Les plans inclinés sont placés alternativement sur l'une et l'autre rive perpendiculairement à l'axe du canal. Chaque plan incliné part du fond de la tranchée au pied du talus, et s'élève sur une portion de cavalier formée à la brouette.

Les deux voies d'attaque sont d'abord prolongées en cunette sur la largeur de la tranchée, puis ouvertes en éventail par des ripements successifs à mesure que la cunette s'élargit.

A la décharge, les deux voies sont également posées en ligne droite sur le cavalier qu'on allonge perpendiculairement à l'axe du canal, au moyen de wagons déchargeant en bout. Quand un prolongement suffisant a été obtenu, la décharge se fait de côté, et les voies sont également ripées en éventail.

Chaque plan incliné fait donc un cavalier de dépôt ayant la forme d'un demicercle dont le diamètre est parallèle au canal, et du centre duquel partent les deux voies de fer.

La fouille a la forme d'un triangle dont le sommet est au pied du plan incliné, la base au pied du talus opposé; et comme les plans inclinés se succèdent alternativement sur l'une et l'autre rive, la suite de tous ces triangles couvre tout le plafond de la tranchée.

Chaque plan incliné fait une longueur d'environ 200 mètres de tranchée ou un cube d'environ $100,000^{m3}$.

Les rails, la machine, les wagons sont ensuite reportés plus loin où le terrain a été préparé pour les recevoir, et là ils recommencent une nouvelle tâche.

Les wagons sont, à l'exception des bâtis, complétement en fer. Leur capacité est de 2 mètres cubes. Chaque plan incliné monte souvent plus de 4,000 mètres cubes par jour; le rendement moyen peut être compté de 350 à 375.

Ces dispositions ont pour but de réduire les distances de transport. Le matériel est peu important et réduit au strict nécessaire comme quantité et comme force.

Dans cette partie, le terrain est argileux; il y a des poches de sable qui permettent des infiltrations du canal d'eau douce; il a fallu faire des épuisements, et on a employé des pompes rotatives construites par M. Cogniard, et donnant chacune 120 mètres cubes à l'heure, élevés à une hauteur de 13 mètres; des rigoles creusées à cet effet donnent l'écoulement de l'eau.

C'est à Chalouf aussi qu'a été rencontré le rocher d'une épaisseur de 3 mètres. Il a fallu en extraire environ 25,000 mètres cubes recouverts de 420,000 mètres de sable et argile.

C'est au moyen de cinq plans inclinés comme ceux qui viennent d'être décrits que, dans le courant de cette année, tout le rocher et la terre qui le recouvrait, formant ensemble un cube d'environ $150,000^{m3}$, ont été extraits; à l'origine on a employé des ouvriers italiens qui ont été congédiés avant les mois chauds. Le travail se continue maintenant par des ouvriers arabes.



REMPLISSAGE DES LACS AMERS. — Le creusement du canal à la traversée des grands fonds des lacs Timsah et Amers, se fera tout naturellement, après le remplissage de ces bassins, au moyen de dragues desservies par des porteurs ou des gabares à clapets de fond qui iront verser les déblais à droite et à gauche du chenal à des distances suffisantes. Le cube à faire dans le lac Timsah est assez important, celui du grand lac Amer est très-peu considérable.

EXÉCUTION DE LA PARTIE BASSE. — Le lac Timsah est depuis un mois environ ouvert à la Méditerranée. Bientôt les dragues y entreront. Quant au grand lac Amer, son remplissage sera terminé à temps, pour que la portion du travail restant à faire après cette opération soit facilement terminée en même temps que le reste.

En effet, le grand lac recevra de l'eau de la Méditerranée, aussitôt que les dragues du Sérapéum auront terminé le travail qu'elles ont à faire en flottant sur l'eau douce, et de la mer Rouge aussitôt que le bassin des petits lacs aura été rempli.

M. Lavalley estime que la contenance du grand lac peut être évaluée à 900 millions de mètres cubes. Si on ajoute pour l'imbibition 500 millions (ce qui correspond à peu près à 3 mètres cubes par mètre carré), chiffre évidemment fort exagéré, attendu que le fond est déjà humide et que le terrain est argileux, on a un total de 1,400 millions de mètres cubes comme limite supérieure de la quantité totale d'eau nécessaire au remplissage.

Avec le débit journalier de 5,184,000 mètres cubes réduits à 3,700,000 par l'évaporation, et si l'eau ne venait que de la Méditerranée, le lac serait donc rempli en 400 jours au plus.

Mais les rigoles ouvertes à travers la plaine de Suez sont faites pour amener de la mer Rouge au moins 1,800,000$^{m3}$ par jour, ce qui réduirait la durée du remplissage à 250 jours environ, délai déjà beaucoup plus court que le temps nécessaire aux travaux restant à faire sur toute la longueur du canal, au moment où l'eau de mer commencera à arriver dans le grand lac.

La compagnie s'est réservé la faculté de faire faire, au besoin, un canal de contournement des lacs Amers dans le cas où les coups de vent qui se produisent souvent empêcheraient de les traverser régulièrement.

Le cas échéant, le tracé ne serait pas rejeté en dehors du lac, le canal serait seulement reporté sur les bords dans les fonds de 2 à 3 mètres. Le cube des déblais ne serait pas considérable, mais suffirait à faire des banquettes ayant vers le large un talus très-doux, résistant comme une plage à l'action des lames.

L'exécution en serait facile au moyen des dragues à longs couloirs.

La Compagnie, avec l'énorme matériel déjà amorti, n'aurait qu'à payer le fonctionnement des dragues, et le travail ne lui coûterait pas plus cher que les terrassements à sec faits même par les fellahs aux termes des anciennes conventions.

La Compagnie n'a donc rien à regretter dans le remplissage des lacs Amers, qui lui permettra de livrer un passage au commerce, de réaliser, si l'expérience donne raison à l'essai de la traversée du lac, une notable économie, et qui, au besoin, si le contournement devient nécessaire, lui fournira le moyen le plus économique de l'exécuter.

PERSONNEL, MATÉRIEL. — Il ne reste plus maintenant qu'à dire quelques mots des hommes qui composent les chantiers, les équipages, et à faire connaître le nombre et la quantité des divers appareils dont se compose le matériel.

Au moment où MM. Borel et Lavalley ont pris possession des chantiers, il fallait, pour les premiers travaux, remplacer par des ouvriers venus spontanément, les fellahs que le gouvernement égyptien retirait.

Il vint d'abord des Français engagés sur les côtes de Bretagne, des Marocains, des Smyrniotes, des Syriens, des Calabrais.

L'arrivée de ces hommes fut utile par l'animation qu'ils produisaient sur les chantiers, animation qui attira, de divers points de l'Égypte où ils étaient déjà, des ouvriers grecs, arabes, italiens, maltais.

Ces embauchages au loin ne donnèrent aucun avantage direct, et même bientôt il y eut des désertions nombreuses.

Mais les salaires s'étaient successivement élevés à mesure que le temps s'avançait et qu'il devenait plus urgent de presser les travaux. Les payes se faisaient régulièrement sur tous les chantiers. Le travail à la tâche dispensait d'une discipline sévère.

Ces conditions favorables furent connues de proche en proche, et bientôt les ateliers grossirent naturellement.

Les travaux de terrassement trouvent assez de bras dans les conditions où ils s'exécutent.

Les équipages des dragues, des bateaux de toute espèce, se recrutent assez facilement.

Mais les salaires restent très-élevés.

Les différentes nations qui fournissent des ouvriers manœuvres sont les Grecs, les Arabes, les Égyptiens, les Syriens; les trois dernières seulement forment la grande majorité des terrassiers. Les Arabes deviennent facilement d'excellents riveurs. L'Italie donne des maçons, des menuisiers, des charpentiers. Le nord de l'Adriatique envoie des charpentiers, des forgerons, des ajusteurs, des mécaniciens. La France, outre le personnel d'ingénieurs, de conducteurs, de comptables, d'employés de bureaux et de magasins, fournit de bons monteurs, des mécaniciens, les principaux dragueurs. Parmi les Grecs, tous adroits et hardis marins, se recrutent tous les équipages des dragues et des bateaux de toute espèce.

Les Grecs se forment vite aux manœuvres de force, à l'emploi des engins de toute espèce; ils composent la majorité des patrons de drague.

La langue italienne ou plutôt le patois italien de tous les ports de la Méditerranée est devenu l'idiome commun à tous les Européens, et que comprennent bientôt les Arabes employés seuls comme chauffeurs, parce qu'ils supportent seuls facilement la température élevée des chambres de chauffe.

Tels sont les hommes qui font fonctionner le matériel. Ce matériel est maintenant presque entièrement livré; il le sera complétement sous très-peu de mois. Il se composera alors notamment de :

18 petites dragues;
58 grandes dragues, dont 20 à couloirs de 70 mètres; les autres sont desservies par :
37 grands porteurs de vase, à vapeur, pouvant tenir la mer;
42 gabares à clapets de fond;
30 gabares à clapets latéraux, de 75 mètres cubes, munies, les unes et les autres, de machines à vapeur;
18 élévateurs, avec leurs 90 chalands flotteurs et leurs 700 caisses;
20 grues à vapeur;
10 chalands citernes à vapeur;
5 chalands transports à vapeur;
150 bateaux en fer pour le transport des charbons, des approvisionnements de toute sorte;
15 canots à vapeur de différentes grandeurs;
30 locomobiles employées à des travaux divers.



Tels sont nos principaux appareils desservis eux-mêmes par une multitude d'embarcations, pour l'entretien desquels il y a, outre les grands ateliers de Port-Saïd, dix petits ateliers de réparation dans les sections.

L'ensemble des machines à vapeur fait un total d'environ 10,000 chevaux vapeur.

Le rendement annuel moyen de chacune des 38 grandes dragues, desservies par des porteurs et des élévateurs, peut, d'après les résultats acquis, être évalué à 300,000$^{m3}$; celui des 20 grandes dragues à long couloir, à 250,000$^{m3}$. Ce qui donnera un produit annuel total d'environ 18 millions de mètres cubes, et cela sans compter le travail de 18 petites dragues et les terrassements exécutés aux wagons et à la brouette.

En ce moment le canal est largement attaqué entre la mer Méditerranée et le lac Timsah.

Toutes les sections entre le lac Timsah et la mer Rouge attendent les dragues; les travaux préparatoires sont partout terminés ou sur le point de l'être.

Les ouvriers du gouvernement égyptien qui est chargé de l'entretien du canal d'eau douce, auront, dans quelques jours, donné à ce canal la profondeur nécessaire pour le passage de nos grandes dragues et l'année ne s'achèvera pas avant qu'elles ne travaillent d'une mer à l'autre, dans la rade et dans la plaine de Suez, au Sérapéum et dans le lac Timsah.

M. Lavalley termine ainsi sa communication :

« Les traits généraux de nos principaux appareils ont été décrits. L'énumération « des forces dont nous disposons vous a été faite. Nous espérons vous avoir mis « à même d'apprécier la valeur de nos moyens d'exécution et de nos programmes. « — Nous serons heureux si notre exposé vous fait partager notre confiance dans « l'achèvement certain et prochain d'une œuvre qui marquera parmi les plus im- « portantes de ce siècle. »

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

## ANALYSE ET EXAMEN.

---

### Appareil de mine breveté, par MM. Richards et Abegg.

(Planche XXXV, Fig. 4 à 12.)

Le croquis (voir pl. XXXV, fig. 4) est un nouvel appareil de perçage des trous de mine, inventé par MM. Richards et Abegg, de Bishopsgate street, qui jouit d'une certaine faveur sur le continent, où son usage est déjà assez répandu, bien qu'il ne soit connu du public que depuis peu de temps. Il a déjà été essayé et a donné des résultats très-satisfaisants dans les mines de Devon; il semble réunir toutes les conditions de simplicité et d'efficacité désirables.

La première chose à faire dans les travaux de mine est de percer les trous destinés à recevoir la poudre, ce que MM. Richards et Abegg exécutent non avec la barre à mine ordinaire, mais avec un foret ou trépan à rochet.

En réalité, ce trépan est une combinaison de la vis d'un cric et d'un levier à rochet ordinaire.

Les quatre poignées AA sont employées pour maintenir le foret dans le trou à percer, pendant que le levier à rochet (fig. 5 et 6) donne au foret un mouvement de

rotation par l'intermédiaire d'un mécanisme trop connu pour qu'il soit nécessaire de l'expliquer.

La machine étant mise en position, le trépan (fig. 9) est amené à s'appuyer contre la roche, le frein C empêchant la noix de l'écrou de tourner. Si la pression devient trop forte, le frein cède et permet à la vis de tourner sans avancer.

Le frein consiste simplement en un collier qu'on peut serrer plus ou moins suivant la dureté de la roche à percer.

La quantité dont peut s'allonger la machine est de 28 centimètres, de sorte que quand le trépan s'est avancé de cette quantité, il faut substituer un autre trépan. Les trépans sont construits de manière à être un peu excentrés pour faire un trou plus large que leur diamètre, ce qui empêche, leur tendance à coincer ou plier.

Les différentes longueurs de trépans sont : 46 centimètres, 72 centim., 100 centim., 125 centim. et 152 centimètres.

Dans la pierre tendre il faut deux forets, et un homme peut percer 120 à 150 centimètres par heure. Dans la pierre dure, il faut cinq à huit forets et un homme peut percer 60 à 90 centimètres par heure. La tige des forets est en fer, la pointe en acier fondu de 12 centimètres 1/2 de longueur.

Pour percer du quartz dur, la pression sur la tête doit être de 3,000 ou 4,000 livres par pouce (210 à 280 kil. par centimètre carré) et, par conséquent, le diamètre de la tige travaillante doit être d'au moins 1 pouce (2 centimètres 1/2) si elle est en acier et de 1 pouce 1/4 (3 centimètres) si elle est en fer, et comme il faut aussi ménager l'espace pour dégager les poussières dans le trou, le diamètre de la pointe ne doit pas être inférieur à 1 7/8 pouce ou 2 pouces ($4^c,75$ ou $5^c,07$).

Dans le quartz et dans le granit dur un homme peut en deux heures percer un trou de 305 millimètres et de 5 centimètres de diamètre, et dans ce temps il usera de 10 à 15 pointes.

La machine donc peut être employée avec avantage dans les roches dures quand il y a assez d'espace pour que le mineur puisse développer toute la force dont il est capable. Dans les petites galeries de $1^m,20$ à $1^m,80$, la machine ne pourra être employée si les veines de quartz ont plus de 5 centimètres d'épaisseur, mais dans une roche qui n'est pas très-dure, telle que les calcaires durs, les argiles schisteuses, le gypse, le grès dur où le perçage peut être fait à raison de $1^m,20$ à $1^m,80$ par heure, la machine peut être employée avec avantage même dans les plus petites galeries.

Pour la suite du travail, on a presque toujours employé une batterie électrique en vue de produire l'inflammation des charges et on a obtenu les résultats les plus remarquables avec le système spécial dont on a fait usage dans ce but.

On a eu recours seulement à l'électricité développée par le frottement d'un disque en caoutchouc vulcanisé contre huit frottoirs en peau de chat, et de là dépend tout le succès. Un condenseur composé d'une sorte de caoutchouc, préparé d'une manière particulière, présentant $1^m,10$ carré de surface, est employé à convertir la haute tension électrique de la machine en une quantité énorme d'électricité à une tension moindre. Dans l'emploi de l'appareil, toute substance considérée comme mauvaise conductrice peut être employée comme si elle était un bon isolant.

En d'autres mots, la quantité et le caractère de l'électricité sont tels et les fils conducteurs si gros que les précautions les plus simples suffisent pour conduire assez d'électricité aux fusées et produire l'explosion.

Les fusées sont représentées dans la fig. 11; elles coûtent 1/2 penny chaque ($0^f,05$), elles consistent en un morceau de papier épais sur lequel sont enroulés deux petits fils de cuivre BB disposés l'un contre l'autre, mais sans points de contact. Le circuit est couvert d'une poudre dont la composition est gardée secrète par les inventeurs.

Il suffit d'un faible courant électrique pour produire l'explosion de la poudre,



quoiqu'elle ne soit pas susceptible de s'enflammer par la percussion, ce qui est un point très-important. Les fils conducteurs sont en fer galvanisé et de très-gros diamètre. Quand il n'y a pas de métal dans la roche, ils peuvent reposer directement sur le sol : s'il y a du métal il convient de les soutenir sur du bois pour assurer l'isolement. La fig. 12 représente un trou chargé avec de la poudre et prêt à être bourré, la fusée est au fond. Pendant le bourrage, les fils de la fusée sont réunis; aussitôt que le bourrage a été fini ces fils sont coupés en haut et repliés à droite et à gauche. On fait des boucles aux extrémités auxquelles on attache les gros fils. Plusieurs fils peuvent être réunis en reliant, par un fil, le fil de droite de la fusée avec le fil de gauche du trou voisin et ainsi de suite. Quand tout est préparé, on fait tourner la manivelle de la machine électrique et après une vingtaine de tours l'explosion a lieu. Le disque électrique est enfermé dans une boîte solide qui communique avec un petit vase contenant du chlorure de calcium pour éviter l'humidité.

Nous avons décrit avec autant de développement que l'espace nous le permettait les dispositions principales d'une machine pratique dans laquelle semblent avoir été surmontées toutes les difficultés qu'a rencontrées l'introduction d'un agent aussi délicat que l'électricité dans les travaux du mineur. On comprend d'ailleurs que le système de forage par un trépan au lieu d'une barre à mine n'est pas une condition essentielle à l'emploi de l'appareil électrique, et que toutes les parties de l'appareil ont une résistance suffisante ou sont assez bien protégées pour résister à l'usage brutal qu'on en fait dans les mines. Nous renvoyons ceux de nos lecteurs que la question intéresse à la circulaire illustrée publiée par les inventeurs.

Nous ajouterons que cet appareil est employé journellement dans le tunnel d'Ast, sur le chemin de fer de Brême, près Sterzing, dans le Tyrol, et dans une carrière de plâtre à Stuhlingen (grand-duché de Bade).

En Angleterre, l'appareil électrique est employé non-seulement dans les mines de Devon, mais encore dans les carrières d'ardoise de Pen y orsedd Carnarvon North Wales. (Extrait de *the Engineer*.) C. T.

**Utilisation des arches des viaducs dans les villes pour le logement des ouvriers** (Planche XXXV, fig. 13 et 14).

A Londres, il est résulté, paraît-il, de l'exécution de divers travaux d'utilité publique et surtout de la construction du chemin de fer métropolitain, etc., une impossibilité presque absolue de se loger confortablement à bon marché et près du centre des affaires.

Là bas, comme ici, on se préoccupe beaucoup du logement des classes ouvrières, expulsées des quartiers qu'elles habitaient autrefois.

M. B. Emanuel, ingénieur civil, a pensé qu'il serait possible de remédier en partie au mal en utilisant, pour y aménager des logements, les arches des viaducs des chemins de fer construits dans la ville.

Il estime qu'il y a Londres environ un millier d'arches de viaducs appartenant à diverses compagnies, et que ces arches, dont quelques-unes seulement sont occupées actuellement par des magasins, des boutiques ou de petits ateliers, pourraient être toutes transformées en habitations.

Ces habitations pourraient être établies à peu de frais, et par suite les locations seraient peu onéreuses.

En effet, chaque arche fournit les deux murs latéraux et la couverture. Il n'y aurait donc à construire que les murs de façades et les aménagements intérieurs.

Nous avons indiqué (Pl. XXXV, fig. 13 et 14) les dispositions proposées par M. Emanuel pour cette utilisation des arches de viaducs. Cette disposition suppose que les arches ont 7$^{m}$,60 d'ouverture ou portée, 9$^{m}$,15 de largeur et 6$^{m}$,10 de hauteur.

Il y aurait sous chaque arche : au rez-de-chaussée, deux chambres à feu, une buanderie, une cour, des cabinets d'aisance s'ouvrant dans la cour, un corridor for-

mant entrée de la maison et l'escalier conduisant au-dessus. Au premier étage trois chambres à feu.

Chaque chambre est éclairée par une fenêtre, l'escalier prend jour sur la cour, qui est sur le derrière et close par un mur de clôture n'allant pas tout à fait jusqu'à la hauteur du plancher du premier étage; chaque chambre a environ 16 mètres carrés.

Plusieurs objections ont été faites à ce projet : le bruit et les vibrations résultant du passage du train; la difficulté d'obtenir des compagnies des baux à long terme, si l'on voulait construire soi-même; les dimensions différentes qu'ont les arches des divers viaducs; le manque de voies d'accès pour arriver aux abords; l'assainissement au point de vue de l'humidité, enfin ce qu'aurait d'incommode pour les voyageurs la fumée qui se dégagerait des cheminées d'habitation.

L'auteur, après s'être renseigné auprès des personnes qui ont eu l'occasion de loger sous des arches de viaduc, nie l'inconvénient du bruit et des vibrations qui, dit-il, sont bien plus fortes dans le voisinage que sous le viaduc lui-même. La difficulté d'obtenir des baux à long terme se résument par une question d'argent et recevraient une solution rapide si les compagnies se décidaient à comprendre leurs vrais intérêts, puisque l'éviction des occupants pourrait toujours avoir lieu moyennant indemnité. Quant aux dimensions des arches, il suffirait d'approprier les dispositions projetées à chaque cas particulier. M. Emanuel considère les dimensions que nous venons d'indiquer comme les plus favorables.

Les plus désavantageuses, selon lui, seraient celles dans lesquelles la largeur des piles excéderait beaucoup 9$^{m}$,15, c'est-à-dire où il y aurait plus de deux voies sur le viaduc à cause de l'aérage et de l'éclairage.

Enfin, il considère les accès, l'assainissement, le départ de la fumée des habitations comme des questions de détail qui pourraient recevoir un grand nombre de solutions.

L'auteur estime ainsi les conditions économiques de son projet :

| | |
|---|---|
| La construction coûterait 100 livres sterling (2,500 fr.), qui, à 5 p. 100 d'intérêt annuel devraient rapporter. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 125 fr. |
| Droits et contributions. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 50 |
| Assurance . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 |
| Dépenses diverses et réparations annuelles. . . . . . . . . . . . . | 75 |
| Total. . . . . . . | 265 fr. |
| En louant l'habitation à raison de 8 schellings par semaine (10 fr.), le revenu pour chaque arche est de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 520 fr. |
| ce qui laisserait un bénéfice de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 254 fr. |

à la Compagnie de chemins de fer, si c'était elle qui faisait l'opération.

Mais ce bénéfice serait moindre quoique très-beau encore si elle laissait l'affaire à un entrepreneur, en prélevant 100 fr. de location pour une arche et lui laissant par conséquent 279 fr. (qui représentent le bénéfice et l'intérêt de l'argent avancé 2,500 fr.), c'est-à-dire 11 p. 100 du capital de construction.

L'auteur, s'exagérant les résultats avantageux de cette conception, croit en conséquence pouvoir demander que dans les prochaines lois portant concession de chemins de fer il soit prescrit par le parlement, en vue de l'utilisation pour l'habitation des arches des viaducs dans les villes :

1° De construire deux viaducs distincts dans le cas où il serait nécessaire d'avoir plus de deux voies sur un viaduc, c'est-à-dire qu'il ait plus de 30 pieds (9$^{m}$,15 de largeur);

2° De ménager au pied de l'ouvrage le terrain nécessaire pour l'établissement d'une voie d'accès (4$^{m}$,50 d'un côté et pour la lumière 1$^{m}$,80 de l'autre côté);

3° De fixer la hauteur des arches soit à 6m,10;

4° De ménager dans les piles et dans les parapets des conduites de cheminées;

5° Que dans le cas où il deviendrait nécessaire de renvoyer les locataires d'une habitation sous une arche de viaduc, il leur soit payé une indemnité au *prorata* de leurs dépenses et du temps de location à courir.

Nous avons indiqué ces *desiderata* de M. Emanuel, parce qu'ils résument les conditions de la possibilité de réalisation de son système; mais nos lecteurs le savent, nous n'aimons pas la réglementation alors surtout qu'il s'agit de transactions consenties entre deux parties pouvant discuter librement leurs intérêts.

Et puis, alors qu'il s'agit de travaux aussi importants que ceux d'une voie ferrée, il nous semble que les conditions techniques et économiques d'établissement de cette voie utile à tous, servant de trait d'union entre des localités éloignées et dont profitent les populations, doivent passer avant la considération de loger quelques centaines d'individus (cinq par arche au plus).

Néanmoins, la question traitée par M. Emanuel est, selon nous, très-intéressante, et nous a paru mériter d'être soumise à nos lecteurs. C. T.

Légende. — Fig. 13, façade; fig. 14, derrière de la maison (les arches ayant 7m,60 d'ouverture, 9m,15 de largeur, 6m,10 de hauteur).

A, A', A'', A''', A$^{IV}$, chambres; B, B', cour; C, buanderie; *a*, étuve; *b*, égout; *c*, charbon; *d*, débarras; *e*, *water-closet*; DD, escaliers.

---

## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Construction du Palais.** — Quelque habitué que l'on soit, à Paris, à voir s'élever comme par enchantement des maisons qui sont des palais, et des édifices qui, partout ailleurs, ne sauraient être que l'œuvre de longues années, on ne peut s'empêcher de payer un juste tribut d'admiration à la rapidité d'exécution qui a caractérisé la construction du vaste monument du Champ de Mars, dont toutes les galeries sont aujourd'hui dressées et entièrement couvertes sans solution de continuité. Ayant déjà décrit successivement, et, à notre regret, bien succinctement, les diverses phases de ce grand travail, nous n'avons plus qu'à parler des travaux secondaires d'appropriation, d'aménagement et de décoration intérieure sur lesquels paraissent s'être reportés maintenant le mouvement et l'activité incessante de tous ces laborieux ateliers.

Nous compléterons avant tout quelques détails de notre dernier article, relatifs à l'édification du grand vestibule couvert, ou galerie spéciale de 15 mètres de largeur, qui prolonge sous le Palais lui-même et jusqu'au portique en maçonnerie attenant au jardin central, l'avenue du pont d'Iéna en regard de la nouvelle place du Roi de Rome établie sur les terrains nivelés du Trocadéro. D'abord, le comble de cette galerie dont les dimensions ont été précédemment indiquées, ne fait saillie qu'au-dessus des recouvrements des galeries intermédiaires; il n'interrompt nullement l'imposant cintre de la nef des machines qui, sur tout son contour, domine, sans lacune, les autres parties de l'ensemble des constructions. De plus, ce comble n'a pas reçu, comme les galeries secondaires qu'il traverse et dépasse en hauteur, un faîtage en zinc et vitrages, muni de lanterneaux formant persiennes dans les parements latéraux, mais bien un recouvrement composé comme celui de la grande nef elle-même, d'une couverture en tôle ondulée, avec cette différence qu'au lieu d'être

disposé en voûte cylindrique d'une extrémité à l'autre, ce recouvrement métallique présente, dans le sens de la longueur, une série d'élégantes arches transversales ou plutôt de voûtes successives, d'une flèche de 0m,75 égale à celle de la courbure correspondante des hautes sablières cintrées, de 1m,35 au milieu et de 0m,60 aux extrémités, reliant deux à deux, de chaque côté, les sommets des piliers. D'un autre côté, les sablières basses reliant latéralement les mêmes piliers, sont formées de pièces rectangulaires; elles ne se terminent, à leur partie inférieure, par une armature cintrée que dans les ouvertures correspondant aux combles également cintrés qui surmontent les couloirs ou passages de 5 mètres limitant les galeries intermédiaires. Enfin, et c'est ici un point important, la grande galerie d'arrivée dont nous venons de parler n'est pas reproduite aux trois autres points cardinaux du bâtiment; elle forme le vestibule d'honneur du Palais, du côté de l'avenue principale du pont d'Iéna. Les autres avenues diamétrales n'en sont pas moins tracées dans l'intérieur du Palais, du côté de l'École militaire et des avenues de Labourdonnaye et de Suffren, mais sans aucune modification dans le développement du comble des galeries, ni dans les murs qui limitent les deux galeries bordant le jardin central, ni enfin dans la disposition des portes cintrées percées, dans ces murs, portes dont les dimensions ne semblent pas dépasser celles des autres ouvertures intermédiaires d'accès, et qui sont seulement accompagnées, de chaque côté, de basses portes latérales, à baie rectangulaire, complétant les débouchés offerts à la circulation de ces grandes artères du Palais.

Dans le même article d'octobre dernier, p. 704, 7e ligne, en portant à 39 ou 40 le nombre des *doubles* rangées de grands piliers qui supportent la galerie des machines, nous n'avions en vue que la demi-surface du Palais représentée par la partie inférieure du plan, au-dessous de la ligne d'axe, abstraction faite même des colonnes adhérentes aux grands portiques ou péristyles d'entrée. En réalité, le nombre total des piliers de chaque rangée paraît être de 88, pour tout le pourtour, et par conséquent de 176, pour l'ensemble des supports des deux côtés de la grande nef des machines et outils.

*Enceinte du jardin central.* — Chacune des portes d'entrée (et fausses portes de symétrie) attenant au jardin central, est surmontée d'un auvent cintré se rattachant sur tout le contour du promenoir, au système général de marquise droite et formant, avec cette dernière, un effet des plus gracieux.

La frise de cette marquise, en feuille métallique avec ornements découpés, et la couverture en zinc reposant sur une plate-bande inférieure en boiseries destinées sans doute à recevoir une peinture décorative, sont des modèles de goût et de soin; on peut faire le même éloge des colonnettes légères avec piédouche, espacées entre elles d'environ 5 mètres, qui supportent la marquise.

La même marquise est continuée, au droit du portique principal ou vestibule d'honneur de l'avenue d'Iéna, par un auvent plat, de près de 15 mètres de portée, établi à la hauteur de l'arête supérieure de voûte des auvents des portes secondaires. Sur ce point, et de chaque côté du passage de 15 mètres existant entre les piédroits en maçonnerie du grand portique, l'auvent est supporté par un groupe de 4 colonnettes légères destinées à recevoir, comme les autres, un piédestal en pierre artistique ou similimarbre. Un système de charpente métallique légère, en treillis de fer, partage d'ailleurs l'ouverture du grand portique, de telle façon que la partie supérieure ou cintrée de ce passage, est éclairée par des châssis de verrières, et que la partie inférieure, à partir du dessous de la marquise, est partagée en trois passages ou séparations de 5 mètres, sans que pour cela les belles proportions et l'élégance du portique qui a déjà reçu ses pilastres, sa corniche et ses ornements supérieurs, soient nullement effacées ou amoindries.

Enfin, les divers ouvrages d'appropriation de l'enceinte du jardin central touchent à leur fin, comme tous les autres aménagements principaux des galeries. On s'occupe actuellement, avec toute l'activité possible, des travaux de décoration des murs, des boiseries et des parties apparentes des colonnettes et autres pièces métalliques du promenoir intérieur. Le même travail a été entrepris aussi, mais naturellement dans de plus larges proportions, pour la décoration des piliers, frises et voûtes de la grande nef. On peut déjà reconnaître l'excellent effet que produiront ces décorations, où semblent dominer le gris et le vermillon rechampis ou rehaussés de baguettes ou d'ornements en couleur d'or. Les parties déjà terminées de ces décorations présentent des modèles et des aspects différents sur certains points; mais il est visible qu'avant d'arrêter d'une manière définitive la forme et la teinte des ornements, on procède par voie d'essais comparatifs et d'expérimentations, comme on paraît l'avoir fait aussi pour les écussons et ornements qui doivent décorer au dehors le sommet des grands piliers.

*Accessoires du Palais; annexes, parcs, jardin,* etc. — Le passage pratiqué sous la chaussée du quai d'Orsay, entre le parc (déjà dessiné et planté en grande partie, à l'extérieur du bâtiment du Champ de Mars) et la berge de la Seine, pour faciliter le service et les aménagements de l'Exposition nautique, est complétement terminé. Ce pont, formé de deux culées en maçonnerie et d'un tablier en charpente de fer, bien qu'il n'attire pas beaucoup l'attention à cause des nombreux et importants travaux qui s'élèvent aux abords, n'en constitue pas moins lui-même un intéressant ouvrage d'art. Les aménagements du port sont d'ailleurs poussés avec activité.

On a annoncé, d'un autre côté, qu'on préparait, dans l'île Saint-Germain, au sud-ouest de Paris, l'annexe de l'Exposition universelle, section d'agriculture.

L'exposition agricole occupera toute la partie occidentale de l'île, depuis le Bas-Meudon, jusqu'à l'entrepôt général de la Seine, dont les grands bâtiments occupent la partie orientale.

On entrera à cette Exposition par les deux ponts récemment jetés sur les deux bras de la Seine qui forment l'île.

*Travaux divers.* — La plupart des constructions particulières entreprises dans le parc du Champ de Mars, avec l'assentiment et l'autorisation de la commission supérieure, soit par divers exposants, soit pour le compte des nations étrangères, continuent à se faire généralement remarquer par leur élégance ou leur originalité et surtout par la rapidité de leur exécution. Ainsi, dans l'enceinte de l'emplacement réservé à l'exposition d'Égypte (au nord-ouest) s'élèvent déjà plusieurs édifices dont le principal semble former un tronc de pyramide quadrangulaire et est surmonté d'une terrasse supportée par des colonnes assez massives régnant au-dessus du soubassement des façades; ce petit monument, qui n'avait pas encore reçu sans doute sa forme définitive au moment de notre visite, nous a paru, à première vue, représenter un spécimen réduit assez curieux des anciens temples égyptiens.

Les travaux de l'exposition belge (au sud-est) sont également en bon état d'avancement, et nous ne pouvons que renvoyer à nos précédentes indications en ce qui concerne la rotonde à machines et le grand bâtiment des beaux-arts qui constitueront, évidemment, les points caractéristiques de cette exposition.

On commence à s'occuper aussi, paraît-il, des préparatifs relatifs aux constructions intéressant l'Angleterre, la Suisse et les nations d'Allemagne; nous mentionnerons, lorsqu'il y aura lieu, les détails concernant ces installations.

Enfin, les établissements accessoires destinés à représenter quelques-uns des éléments particuliers de l'industrie française, sillonnent déjà dans tous les sens le vaste emplacement qui leur est affecté, notamment du côté de la Seine. Les abords de la grande avenue du pont d'Iéna se trouveront être surtout l'un des centres

principaux de ces installations intéressantes, où viendront certainement rayonner à tout moment des flots de visiteurs.

Ainsi, sans parler du pavillon impérial qui se distingue à gauche de l'avenue, ni du cercle de l'Exposition qui se trouve bien près de l'encoignure de droite, en façade sur le quai d'Orsay, ni enfin des hangars et machines à vapeur intéressant seulement une certaine catégorie d'industriels, on pourra très bien apercevoir, à partir de l'avenue d'entrée, les groupes comprenant, à droite ou à gauche, les spécimens de phare électrique, de verrières, d'église, de moulin, de boulangerie, de photographie, de photosculpture, de théâtre et bon nombre d'autres exhibitions qui seront peut-être, pour beaucoup d'étrangers et même pour certains Parisiens, l'un des principaux attraits secondaires de cette fête internationale et universelle.

G. PALAA.

---

**Travaux du Trocadéro.** — Sauf quelques travaux de raccordement restant encore à exécuter d'un côté avec les dépendances du parc Francklin, et de l'autre côté avec l'ancien emplacement servant d'atelier des phares, le monticule assez abrupte qu'on appelait naguère la butte du Trocadéro, a fait place à une esplanade au sommet de laquelle piétons et voitures accéderont facilement en franchissant des déclivités relativement assez faibles. On aperçoit même déjà, tracée en plein milieu du nouvel emplacement, l'immense chaussée aboutissant normalement au pont d'Iéna et à la principale entrée du Palais de l'Exposition. Cette chaussée a déjà reçu les bordures de trottoirs et ses principaux appareils d'éclairage. Elle se rattache d'ailleurs, vers les hauteurs de Chaillot, à un système de boulevards qui permettront d'accéder facilement du quartier des Champs-Élysées au Palais du Champ de Mars.

**Travaux de grands ponts.** — *Pont de la place de l'Europe, à Paris.* — Nous avons déjà donné quelques détails sur la construction du pont carrefour établi près de la rue Saint-Lazare, au-dessus des nombreuses voies du chemin de fer de l'Ouest, qui passait précédemment sous le tunnel de la place de l'Europe.

La charpente métallique de ce remarquable travail qui donne la mesure du talent de nos ingénieurs, et qui montre la puissance d'action des grandes usines chargées de l'entreprise, est entièrement achevée, et le passage vient d'être livré à la circulation publique, au moins dans la partie centrale occupée par la chaussée principale construite en asphalte comprimé. L'ancien pont provisoire en charpente faisant un coude à l'extrémité de la rue de Londres pour aboutir de l'autre côté du chemin de fer à la rue de Vienne, a naturellement été supprimé.

Un système de jardins et d'ornements divers complétera bientôt l'ensemble de cet ouvrage d'art dont nous espérons pouvoir prochainement donner une description plus étendue accompagnée de quelques dessins.

*Pont sur la Moselle.* — Les questions de ponts à péage n'étant guère en faveur, à l'époque actuelle, il nous paraît intéressant de mentionner une combinaison d'après laquelle, tout en conservant le principe du péage, un pont de cette nature sera prochainement construit dans des conditions de nature à satisfaire les divers intérêts en présence. Il résulte, en effet, d'une information récente que M. le préfet de la Moselle a présenté au conseil général de ce département un projet de combinaison qui a été adopté, relativement à la construction d'un pont sur la Moselle, entre Jouy et Ars.

« Cette construction sur les deux bras de la Moselle nécessitait une dépense de 264,000 fr., y compris les indemnités de terrain et chemin d'accès évalués 39,000 fr.

« Comme les communes et les particuliers les plus intéressés consentaient à prendre à leur charge ce dernier chiffre, la dépense se trouvait réduite à 225,000 fr.

et devait être couverte au moyen d'une subvention à donner par l'État et s'élevant à 56,000 fr., et d'un emprunt à faire par le département, d'une somme de 169,000 fr.

« Ce projet a été soumis à l'examen du conseil général des ponts et chaussées. Ce conseil a pensé que l'on pouvait économiser une certaine somme en réduisant l'emploi de la pierre de taille et en faisant disparaître complétement les demi-piles projetées en avant des culées.

« Cette modification a été faite au projet primitif et produit une économie de 11,000 fr., ce qui réduit la dépense à faire pour la construction de ce pont à 214,000 fr.

« La combinaison adoptée consiste à mettre en adjudication la construction de ce pont aux clauses et conditions fixées par le cahier des charges, en abandonnant à l'adjudicataire une subvention de 56,000 fr. donnée par l'État, et, en outre, celui-ci concéderait pendant une durée maximum de 25 ans le produit d'un péage. Les soumissions porteraient sur la durée du péage. »

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

# REVUE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE.

I. — Augmentation de la consommation des houilles. — Nécessité de perfectionner l'outillage. — Insuffisance du matériel de transport en Belgique. — Quelques notes statistiques sur le grand-duché de Luxembourg.

II. — Production et consommation du fer et de la fonte pendant le 1er semestre de 1866. — Importations et exportations. — Les extractions de l'Angleterre. — Remplacement du fer par l'acier. — Classement de l'acier Bessemer.

---

**Augmentation de la consommation de la houille.** — Les développements de la fabrication du sucre indigène et de la métallurgie, la généralisation de l'éclairage au gaz, les besoins de la navigation à vapeur et des chemins de fer à mesure que s'étend le réseau, ont accru la consommation de la houille dans des proportions considérables. La Chambre de commerce de Lille s'est inquiétée de cette situation, et dans un mémoire adressé à M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, M. Fr. Kuhlmann, président de cette Chambre, expose qu'à la suite de cette augmentation dans la consommation, les usines de la circonscription de Lille manquent absolument d'approvisionnements en charbon et en coke; dans les bassins houillers du Nord, malgré les efforts des concessionnaires, débordés par des besoins toujours croissants, les développements de l'extraction sont loin d'être en rapport avec l'accroissement des demandes.

Il ne nous appartient pas de discuter le moyen indiqué par la Chambre de commerce de Lille pour faire cesser cette rareté de combustibles, et qui consiste à supprimer tout droit d'entrée sur les houilles étrangères; mais ce qu'il nous appartient de dire, c'est que les circonstances font un devoir aux propriétaires et aux exploitants de mines d'améliorer leur outillage, et de remplacer, autant qu'ils le pourront, le travail individuel par le travail mécanique, comme on a commencé à le faire sur une grande échelle dans les houillères de l'Angleterre.

En Belgique, on signale également de nombreuses demandes de houille, mais là on se plaint de l'insuffisance des moyens de transport, ou, pour mieux dire, de l'insuffisance du matériel des chemins de fer. Si l'hiver est rigoureux et que la navigation doive être interrompue, les charbons extraits s'entasseront à l'orifice des mines pendant que les usines manqueront de combustible.



L'attention se dirige en ce moment vers les richesses que possède le grand-duché de Luxembourg en minerais de fer. D'après une statistique publiée par le *Moniteur des intérêts matériels*, les minerais qu'on y exploite sont surtout de trois espèces : les *minerais d'alluvion*, les minerais en roche, dits *minettes*, et les minerais en roche, dits *de Garnich*.

Les gisements de *minerais d'alluvion* occupent une grande superficie et l'on peut évaluer à plus de 50 millions de tonnes les quantités extraites. Le rendement de ces minerais est de 35 à 42 p. 100.

Les gisements de *minettes* occupent une superficie d'environ 4,000 hectares et constituent des couches horizontales superposées de 1 à $3^{m},50$ de puissance. On évalue qu'un hectare de superficie donne en moyenne 70,000 à 100,000 tonnes de minerais. Le gisement entier du grand-duché renfermerait donc près de 300 millions de tonnes de cette espèce de minerais. Leur rendement est de 30 à 35 p. 100.

Les gisements des *minerais de Garnich* occupent aussi une très-grande étendue de terrain. Ils constituent une couche horizontale, pas encore bien explorée, de $2^{m},50$ à 3 mètres de hauteur. La fusibilité des minerais est extrême, mais leur rendement ne dépasse pas 30 p. 100.

Les gisements de ces trois espèces de minerais se prolongent au delà des frontières grand-ducales, en France et en Belgique.

Le grand-duché possède en ce moment 15 hauts-fourneaux en activité, 3 en construction et 10 en non activité. On compte que bientôt ces 18 hauts-fourneaux produiront 300 tonnes de fonte par jour, soit 1 million de tonnes par an. Pour les alimenter, il faudra 300,000 tonnes de minerais et 130,000 tonnes de coke.

**Production et consommation du fer et de la fonte en France pendant le 1er semestre de 1866. — Production de l'Angleterre.** — D'après les renseignements recueillis par le comité des forges, la France a produit, pendant le premier semestre de 1866, 634 millions de kilog. de fonte et 456 millions de kilog. de fer. Voici le détail par groupes avec les chiffres correspondants pour la moitié de l'année 1865.

| GROUPES. | FONTE. | | FER ET TOLE. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1er semestre de 1866. | Moitié de l'année 1865. | 1er semestre de 1866. | Moitié de l'année 1865. |
| | kilog. | kilog. | kilog. | kilog. |
| Aveyron | 18.658.570 | 15.116.940 | 25.669.097 | 15.389.929 |
| Ardennes et sud de la Moselle | 57.590.503 | 58.418.963 | 38.016.405 | 36.399.923 |
| Bassin de Paris | 13.000.000 | 12.000.000 | 22.717.556 | 23 080.000 |
| Centre | 72.035.773 | 70.484.080 | 54.229.562 | 55.460.444 |
| Champagne | 68.214.646 | 59.906.899 | 39.496.240 | 35.083.941 |
| Comté | 35.830 121 | 38.229.202 | 28.289.584 | 24.198.846 |
| Corse | 9.945.675 | 7.238.812 | 420.000 | 325.000 |
| Creusot | 57.665.830 | 49.000.000 | 50.085.856 | 46.278.491 |
| Escaut | 34.905.500 | 32.000.000 | 33.045.216 | 25.102.939 |
| Gard et Bouches-du-Rhône | 19.003.504 | 22.957.065 | 10.523.789 | 11.547.239 |
| Loire | 95.658.000 | 94.095.000 | 65.402.190 | 65.402.123 |
| Nord de la Moselle | 81.946.634 | 69.125.122 | 42.465.289 | 41.677.656 |
| Nord-Ouest | 12.118.676 | 12.407.697 | 7.987.850 | 8.374.582 |
| Sambre | 40.202.745 | 42.770.015 | 32.826.948 | 29.086.330 |
| Sud-Ouest | 17.182.030 | 17.164.580 | 5.260.338 | 5.220.697 |
| Totaux | 633.958.177 | 600.914.375 | 456.135.920 | 422.628.11 |

La comparaison de ces chiffres indique une augmentation de 33 millions de kilog. de fonte et de 34 millions de kilog. de fer en faveur du premier semestre de l'année présente; mais comme l'a fait remarquer l'*Ancre de Saint-Dizier*, l'augmentation doit être plus forte. En effet, le comité n'a recueilli pour 1865 que les résultats relatifs à l'année entière dont on a pris la moitié pour former le tableau qui précède, tandis qu'il est avéré que la production pendant le deuxième semestre est généralement supérieure à celle du premier semestre.

**Importations et exportations.** — Au tableau de la production pendant les six premiers mois de 1866, ajoutons maintenant l'état des importations et des exportations : ce sera le moyen de se rendre compte de la consommation et du stock pendant le premier semestre[1].

| | FONTE. | FER ET TOLE |
|---|---|---|
| *Production* | 633,958,177 | 456,435,920 |
| *Importations :* | | |
| Matières brutes ayant acquitté les droits | 20,635,705 | 1,397,104 |
| Machines et mécaniques — | 1,936,685 | 5,307,102 |
| Ouvrages en métaux — | 1,445,517 | 1,574,043 |
| Matières brutes entrées en franchise | 43,197,700 | 28,780,500 |
| Totaux | 701,175,784 | 493,494,669 |
| *Exportations à déduire :* | | |
| Matières brutes exportées directement, kilog | 287,416 | 367,283 |
| Machines et mécaniques, kilog | 1,170,872 | 3,512,616 |
| Ouvrages en métaux, kilog | 750,985 | 3,545,487 |
| Réexportations après main-d'œuvre (par acquits à caution) | 21,912,750 | 65,738,250 |
| Totaux | 24,131.023 | 73,163,636 |
| *Résumé :* production et importations | 701,173,784 | 493,494,669 |
| A déduire les exportations | 23,131,023 | 73,163,630 |
| Reste pour la consommation et le stock | 677,042,761 | 420,331,033 |
| Écart entre la consommation et la production | 43,084,584 | 36,104,887 |

Nous n'avons pas le tableau de la production en Angleterre pendant le premier semestre, mais un journal de Londres fait le résumé suivant pour l'année 1865.

« Nous avons tiré en 1865, de nos mines de fer et de charbon, 9,910,045 tonnes de minerais qui, sur les lieux d'extraction, ont été évalués à 3,324,804 liv. st. 13 sh. 2 d. (83,120,116 fr.). Ces minerais ont tenu en activité 656 hauts-fourneaux d'où il est sorti 4,819,254 tonnes de saumons de fer ou de fonte. Sur cette quantité, nous avons exporté 543,018 tonnes; le reste (4,276,236 tonnes) a été travaillé dans 6,407 fourneaux à puddlage et 730 laminoirs du Royaume-Uni. »

1. Nous extrayons des tableaux statistiques que vient de publier l'administration des douanes, la comparaison des importations et des réexportations *pendant les trois premiers trimestres des années* 1865 et 1866.

| *Fontes.* | 1866 | 1865 |
|---|---|---|
| Introductions en franchise | 70,717,000 | 71,548,000 |
| Id. en acquittant les droits | 42,296,391 | 54,379,086 |
| Total | 113,013,391 | 125,927,086 |
| Il est sorti par acquits | 59,037,000 | 66,824,700 |
| *Fers et Tôles.* | 1866 | 1865 |
| Introductions en franchise | 45,127,500 | 34,650,200 |
| Id. en acquittant les droits | 1,331,607 | 1,154,772 |
| Total | 46,459,107 | 35,804,972 |
| Il est sorti par acquits | 60,546.900 | 40,578,100 |

**Remplacement du fer par l'acier.** — Nous apprenons que la Compagnie du chemin de fer d'Orléans vient de commander 350 tonnes de rails en acier Bessemer à l'usine de Terrenoire. La même Société s'est rendue adjudicataire d'une fourniture de 700 tonnes de rails en Bessemer à livrer à la Compagnie de l'Ouest et de 100 tonnes pour l'Est. En même temps, la Société d'Imphy-Saint-Seurin prépare 419 tonnes de rails pour le Nord.

En Angleterre, la tendance de remplacer les rails en fer par des rails en acier devient générale. Ainsi, les directeurs du London et Nort-Western-Railway ont remplacé l'année dernière 57 milles de rails anciens par des rails en acier, et ils ont en même temps posé 63 milles de rails également en acier. Dans un rapport à leurs actionnaires, ils déclarent qu'ils attendent le meilleur résultat de cette substitution qui doit se traduire en une assez forte réduction dans les dépenses de renouvellement de la voie.

**Classement des aciers Bessemer.** — L'extension qu'a prise la conversion des fers en acier et les différences qui se présentent sous le rapport de la dureté des aciers obtenus a fait comprendre la nécessité d'un classement. M. Boman, métallurgiste suédois d'un grand mérite, a publié, dans un recueil de son pays, un traité complet de la fabrication de l'acier par le procédé Bessemer en Suède, traité que l'*Engineer* s'est empressé de traduire en anglais, et qu'il a reproduit dans ses colonnes. Nous y voyons qu'on comprit bientôt, à Edsken, une des principales usines suédoises, la nécessité d'un classement, et l'on adopta 9 degrés du n° 1 (le plus dur) à 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, jusqu'à 5, correspondant au fer pur. Ce classement avait été confié à un forgeron habile qui comparait la cassure des lingots à un échantillon type et qui déterminait ensuite la température maximum que pouvait subir le métal avant de tomber en morceaux.

A ce classement tout empirique, un professeur de l'École des mines de Falhun a proposé de substituer une méthode d'essais rationnelle qui a donné d'excellents résultats, et qui a pour base la détermination de la quantité de carbone contenue dans l'acier, au moyen de liqueurs colorées. Cette quantité connue, on sait exactement la dureté relative des échantillons soumis à l'épreuve.

Voici le procédé :

On dissout 10 centig. de l'acier à essayer dans de l'acide azotique pur (densité 1,2) au bain-marie à 60°; la dissolution est ensuite étendue dans une burette portant une échelle graduée, jusqu'à ce qu'elle ait exactement la couleur d'une dissolution obtenue d'un échantillon d'acier type, c'est-à-dire dont la dureté est connue. On a eu le soin de placer cette dernière dissolution dans un tube de même diamètre et de même couleur que la burette qui doit être essayée. La comparaison a lieu au jour contre un papier très-mince. La quantité qu'il a fallu ajouter pour arriver à une coloration semblable, indique la quantité de carbone et par suite la dureté du métal. L'acier le plus dur a une couleur brune, l'acier de dureté moyenne présente un aspect jaunâtre; enfin, l'acier le plus doux n'a plus que la coloration grise.

Le n° 1, l'acier le plus dur, correspond à 2 p. 100 de carbone; puis par demi-numéro le carbone diminue de 0,25 : ainsi, n° 1 1/2 = 1,75 de carbone; n° 2 = 1,50; n° 2 1/2 = 1,25; n° 3 = 1 p. 100 de carbone; n° 3 1/2 = 0,75; n° 4 = 0,50; n° 4 1/2 = 0,25 de carbone.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---



# REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

PAR M. **H. DUFRENÉ**, ingénieur civil.

**Nouveau procédé de fabrication du blanc de céruse. — Purification des eaux potables. — Conservation des viandes. — Gravure héliographique. — Appareil indiquant la pression de la vapeur dans les cylindres. — Laminoir intermittent. — Appareil pour aérer l'eau distillée. — Foyer fumivore. — Dessiccation du sucre moulé. — Nouvelles matières textiles et procédés pour les extraire.**

---

M. Spence est l'auteur d'un nouveau moyen de fabriquer le blanc de céruse. Ce qui distingue son procédé de celui de Pattinson et des anciennes méthodes suivies depuis longtemps, c'est qu'on peut se servir pour cette fabrication de minerais de plomb non-seulement pauvres, mais encore contenant des métaux étrangers. On peut utiliser ainsi des matières qui ne peuvent aucunement servir pour obtenir le plomb métallique. Le procédé repose sur ce fait que l'oxyde et le carbonate de plomb solubles dans une dissolution de soude ou de potasse caustique sont au contraire insolubles dans les carbonates de ces mêmes bases. Tout minerai contenant du carbonate ou de l'oxyde de plomb ou bien encore renfermant ce métal à un état tel que la calcination ou le grillage puisse le transformer en oxyde ou en carbonate peut avantageusement être employé pour cette fabrication.

Voici maintenant la manière d'opérer : On fait bouillir le minerai pulvérisé dans l'état où on l'a extrait, s'il renferme du plomb carbonaté ou oxydé, avec une lessive convenable de soude ou de potasse caustique. Si c'est le plomb sulfuré qui constitue le minerai, cette ébullition n'a lieu qu'après un grillage préalable destiné à transformer en oxyde de plomb la galène de ce minerai.

Quel que soit le point de départ, les oxydes et les carbonates de plomb sont seuls dissous, tandis que les oxydes ou les sulfures des métaux étrangers : zinc, fer, cuivre, etc., restent intacts. La dissolution étant décantée, est traitée par un courant d'acide carbonique et tout le plomb se trouve précipité à l'état de carbonate blanc. La dissolution alcaline est de nouveau rendue caustique au moyen de la chaux vive et devient ainsi propre à une nouvelle opération. Pour avoir le blanc de plomb commercial, il suffit de décanter la liqueur, de laver le précipité et de le faire sécher.

---

Aujourd'hui que la question des eaux potables est à l'ordre du jour, il n'est pas sans intérêt de parler du moyen que vient de proposer M. Bird de Birmingham pour la purification de l'eau destinée aux usages domestiques.

Le principe sur lequel il repose est fondé sur l'affinité de l'hydrate d'alumine pour les matières organiques contenues dans l'eau et sur l'insolubilité de la combinaison formée par ces substances. — Une certaine quantité de persulfate d'alumine est versée dans l'eau qu'il s'agit de purifier dans une proportion extrêmement faible : une partie du sel en question pour sept mille parties d'eau. Aussitôt que le mélange est effectué, un trouble se manifeste dans la liqueur, et l'on voit bientôt des flocons nuageux y prendre naissance. Comme ces flocons sont plus denses que l'eau, ils descendent peu à peu et la laissent parfaitement limpide et débarrassée de toutes les substances organiques qu'elle contenait. On peut évaluer de six à huit heures le temps nécessaire à la précipitation complète et à la purification du liquide. Ce temps est tout à fait indépendant de la quantité d'eau à traiter, et mille mètres cubes sont aussi vite clarifiés et épurés que quelques hectolitres.

M. Bird donne des faits que nous venons d'énoncer l'explication suivante : La



chaux qui est en dissolution dans l'eau à l'état de carbonate se combine avec l'acide sulfurique du persulfate d'alumine employé et forme ainsi du sulfate de chaux dont l'insolubilité détermine la précipitation. De son côté, l'hydrate d'alumine mis en liberté attaque les matières organiques et forme avec elles une combinaison également insoluble. Ces deux composés gagnent ensemble le fond du vase, et l'acide carbonique libre reste en dissolution dans l'eau. On voit que cette action du sel d'alumine dépend de la présence dans l'eau à purifier du carbonate de chaux en dissolution. Comme on peut dire que nulle eau ordinaire n'en est dépourvue, on est aussi fondé à conclure que ce procédé est applicable dans la presque totalité des cas.

---

On a tenté dans ces dernières années beaucoup de moyens de conservation des viandes sans arriver d'une manière pratique à un résultat réellement efficace. Le but qu'on se propose c'est toujours d'amener en Europe, et d'y vendre à bas prix, les viandes de l'Amérique du Sud, où les Llanos et les Pampas nourrissent d'immenses troupeaux de bêtes à cornes utilisées seulement pour leur cuir et pour leur graisse. Voici un nouveau moyen que propose M. Redwood pour la conservation de ces viandes.

Les viandes fraîches sont plongées dans un bain de paraffine fondue et maintenue à une température de 115° environ pendant un temps suffisant pour en concentrer le jus et en chasser l'air. Ce temps est naturellement variable, suivant la chaleur du climat dans lequel la viande doit être transportée et suivant le temps probable qui doit s'écouler avant sa consommation. Quand la viande est destinée à des pays tempérés, elle réclame une préparation très-courte et présente, par suite, à son arrivée, tous les caractères de la viande fraîche. Quand elle doit, au contraire, être transportée dans des pays chauds, il est évident que le temps de la cuisson doit être prolongé et que la viande perd nécessairement de sa fraîcheur. Quel que soit le temps employé à cette préparation, la viande est ensuite recouverte d'un enduit de paraffine qui l'isole complétement de l'air et de l'humidité. Cette substance n'ayant ni saveur ni odeur ne peut communiquer à la viande aucun goût désagréable.

Quand on veut l'employer, il suffit de la mettre dans un vase contenant de l'eau bouillante; la paraffine fond immédiatement et s'élève à la partie supérieure du liquide où elle surnage à cause de sa faible densité. Par le refroidissement, on l'obtient sous la forme d'une plaque solide qui peut servir pour une nouvelle opération. La viande reste dans l'eau chaude complétement dépouillée de la paraffine qui l'entourait et dans un état de conservation très-satisfaisant.

---

MM. de Kossuth ont imaginé récemment un très-ingénieux procédé pour l'application de la photographie à la gravure. Les inventeurs distinguent les deux cas suivants : premièrement l'image à reproduire est une gravure ou un dessin exécuté avec un trait ou un grain quelconque; secondement, le cliché doit être fait d'après nature ou est destiné à reproduire une image dans laquelle n'existent ni traits ni hachures.

Dans le premier cas, on prend une épreuve négative par le procédé ordinaire, puis on verse directement sur la surface collodionnée une dissolution de gélatine préparée de la manière suivante : On fait un mélange de cent parties d'eau et de dix-huit parties d'une dissolution saturée de bicarbonate de potasse; ce mélange est versé sur de la gélatine pure en feuilles et gardé pendant plusieurs heures à l'abri de la lumière. La gélatine ayant absorbé une portion de la dissolution est fondue au bain-marie et filtrée dans l'obscurité. Cette dissolution chromatée est versée sur la surface du cliché; mais ici se présente une difficulté que les inventeurs ont habilement tournée. La soudure qui se fait entre le collodion poreux est



pénétrable, et la gélatine dans le procédé ordinaire détermine lors de la coagulation et de la contraction de cette dernière des fissures et des déchirures quelquefois très-visibles, le plus souvent invisibles, mais qui, lors de l'application de l'eau chaude, amènent la destruction ou tout au moins la détérioration du cliché.

Pour éviter ces inconvénients, quand le cliché vient d'être fait et qu'il est encore humide, on le plonge pendant dix minutes dans un bain à 70° contenant 1,000 parties d'eau, 150 de bichromate de potasse et 60 de gélatine, puis on le place dans une position parfaitement horizontale. On verse alors dessus la première dissolution de gélatine bichromatée dont nous avons parlé plus haut. L'épaisseur de la couche produite varie suivant les cas : on la détermine par l'addition successive de nouvelles quantités de cette dissolution. Il arrive, en suivant cette marche, que le bain préliminaire très-étendu pénètre le collodion. Lors de l'addition de la gélatine préparée, la surface seule en est imprégnée et la contraction de la couche ainsi ajoutée ne produit plus de fissure dans le collodion lui-même.

Le cliché est alors exposé à l'action de la lumière, et quand l'impression a été jugée suffisante, on fait apparaître l'image hélioplastique. Pour cela, on emploie deux bains : le premier d'eau à 60°, le second d'eau bouillante. L'image apparaît alors en relief, prête à subir le traitement dont nous parlerons plus bas.

Dans le second cas, c'est-à-dire quand le modèle ne comporte ni grain ni hachures, on est obligé d'en produire artificiellement, sans quoi l'impression serait pâteuse et manquerait de netteté. Les difficultés qui accompagnent l'emploi des procédés dont on se sert actuellement ont conduit les inventeurs à chercher ailleurs la solution du problème, et les ont amenés à modifier les dispositions ordinaires de la chambre noire elle-même. Leur appareil porte deux objectifs mobiles directement opposés l'un à l'autre et ayant un axe commun, de manière à permettre de mettre au point, sur un même verre dépoli, deux images simultanées placées dans des directions opposées. Ceci établi, on dispose d'un côté l'image du grain qu'on veut adopter et de l'autre l'objet qu'on doit reproduire. La mise au point étant faite, on descend le châssis d'épreuve et on fait agir la lumière en ayant soin de fermer l'objectif placé en face de l'image du grain, un peu avant celui dirigé vers l'objet à représenter. On obtiendra de cette manière un cliché négatif reproduisant l'image de l'objet en question avec le grain dessiné sur le fond placé devant l'autre objectif. Ce cliché sera ensuite soumis aux opérations dont nous avons parlé plus haut.

Quel que soit celui des deux cas dont il s'agisse, et que suivant la méthode employée on veuille obtenir une gravure en creux ou en relief, on place la plaque hélioplastique dans un bain tiède composé de 100 parties d'eau et de 10 de glycérine pendant deux ou trois heures. La glycérine pénètre dans la gélatine et la rend insensible à l'action des bains galvanoplastiques. On la lave ensuite, puis on rend sa surface conductrice au moyen d'une dissolution alcoolique d'azotate d'argent qu'on réduit dans un courant d'hydrogène sulfuré. On dépose alors sur cette surface, et par les procédés ordinaires, une couche métallique plus ou moins épaisse, et on obtient ainsi des planches fournissant un tirage d'une remarquable netteté.

---

M. Pietro Monte, professeur à Livourne, propose l'appareil suivant pour enregistrer les variations successives de la pression de la vapeur dans les cylindres des machines. Cet appareil consiste en deux petits cylindres fixés longitudinalement dans des directions opposées sur un bâti convenable. Dans chacun d'eux se meut un piston, et, au moyen de tuyaux et de robinets, le dessus de l'un de ces pistons est mis en communication avec la partie supérieure, et le dessus de l'autre piston avec la partie inférieure du cylindre à vapeur. Quand le piston moteur marche dans un sens, un des petits pistons est mis en mouvement par la pression de la

vapeur et comprime un ressort à boudin enroulé autour de la tige. Quand le piston moteur marche en sens contraire, l'autre petit piston se met en mouvement tandis que le premier, sous l'action du ressort, revient prendre sa position primitive, prêt à repartir au coup suivant. L'extrémité de la tige de chacun de ces pistons porte un crayon marquant les chemins parcourus sur un papier enroulé sur deux cylindres dont la rotation a lieu au moyen d'un mouvement d'horlogerie. On obtient ainsi une courbe continue dont les ordonnées représentent les variations de la pression d'un côté comme de l'autre du piston moteur. On peut ainsi s'assurer de la régularité de la marche de la machine et en même temps de l'uniformité de la distribution, le déréglement du tiroir s'apercevant ainsi de suite à la différence des courbes produites par les deux crayons.

---

Pour la fabrication des pelles, des bêches et autres outils du même genre au laminoir, il est nécessaire de faire quatre passes successives pour donner au fer sa forme définitive. M. Bouniard de Terre-Noire a trouvé le moyen de communiquer aux cylindres lamineurs un mouvement intermittent de manière à exécuter ces quatre opérations en un seul tour de laminoir.

Pour cela, les deux cylindres présentent sur leur surface extérieure, et à la suite les uns des autres, les quatre moules destinés à la confection de la pièce. Il est alors nécessaire d'arrêter le mouvement du laminoir après chaque quart de tour, de manière à pouvoir retirer le fer à chaque quart de révolution et à le représenter immédiatement au calibre suivant. De cette façon, au bout d'un tour entier, le fer a passé quatre fois et la pièce est achevée. Voici comment on dispose l'appareil :

Une courte manivelle calée sur l'arbre moteur donne le mouvement à une longue bielle dont l'autre extrémité embrasse le bout d'un levier fixé sur l'arbre situé dans le prolongement du cylindre lamineur inférieur. Les choses sont disposées de telle sorte que, pour un tour complet de la manivelle, le levier fait un mouvement angulaire correspondant au quart de la révolution du cylindre. Un cliquet disposé à côté de ce levier tombe dans des encoches pratiquées autour de l'arbre, et ne permet la communication du mouvement aux cylindres que dans un des sens de l'oscillation du levier. On comprend donc que, pour un tour de la manivelle motrice, le levier faisant une double oscillation ne communiquera son mouvement au laminoir que pendant la moitié de ce tour. Pendant l'autre moitié, le cliquet arrête la marche et le laminoir reste immobile; à la révolution suivante de la manivelle, le cylindre se remet en marche, accomplit un second quart de tour, puis s'arrête de nouveau, et ainsi de suite. L'arbre moteur fera ainsi quatre tours pour un tour du laminoir, et les temps d'arrêt successifs égaux aux périodes de mouvement laisseront aux ouvriers le temps d'engager dans un calibre le fer retiré du calibre précédent.

---

Il existe un grand nombre d'appareils destinés à la distillation de l'eau de mer dans les voyages de longs cours, mais un des principaux inconvénients de la plupart d'entre eux, c'est de fournir de l'eau de mauvais goût à laquelle il est difficile de restituer l'air qu'elle a perdu et qui est indispensable pour son appropriation aux usages domestiques. — L'appareil que vient d'inventer M. Perrey de Toulon est destiné à aérer l'eau distillée dans des conditions qui nous paraissent remplir assez bien le but que s'est proposé l'inventeur.

La vapeur sortant de l'appareil distillatoire sous une certaine pression, pénètre dans le réfrigérant par un tube conique enveloppé d'un second tube également conique communiquant avec l'air extérieur au moyen d'un ou de plusieurs robinets placés du côté de la grande base du cône. La vapeur, en pénétrant dans ce tube, détermine un appel d'air considérable par ces robinets et se mêle complétement



à cet air en entrant dans l'appareil à condenser. Le réfrigérant ou condensateur est une grande caisse traversée par un courant d'eau froide d'une manière méthodique. Une surface de refroidissement considérable plongée dans cette eau est offerte au mélange chaud d'air et de vapeur, et se compose d'un grand nombre de tubes dont la disposition est telle que le chemin à parcourir dans ces tubes par le mélange est très-considérable. Il s'ensuit que, au fur et à mesure de sa condensation, la vapeur d'eau en contact parfait avec l'air se précipite en gouttelettes extrêmement fines qui dissolvent immédiatement toute la quantité d'air qui peut y exister à la température où elles se trouvent.

Il reste alors une dernière opération à effectuer; elle consiste à enlever à l'eau le goût désagréable que la distillation lui a communiqué. On l'exécute très-facilement en la faisant passer dans une ou plusieurs caisses en tôle renfermant du noir animal en grains. On obtient ainsi de l'eau aérée et sans mauvais goût, parfaitement applicable à l'alimentation.

---

Le moyen qu'indiquent MM. Courbebaisse de Rochefort pour rendre les foyers fumivores consiste à injecter de l'air au-dessus du combustible par une disposition particulière. L'idée est loin d'être nouvelle, mais les moyens de l'appliquer présentent quelque intérêt. Suivant les inventeurs, le but en question serait atteint en multipliant beaucoup les points d'injection au-dessus de la couche incandescente. S'il s'agit, par exemple, d'une chaudière à foyer intérieur, on dispose à une certaine hauteur au-dessus de la grille un assez grand nombre d'entretoises creuses composées de tubes de fer creux d'environ 3 centimètres de diamètre. Un tuyau de vapeur tourne autour de la chaudière au niveau de ces entretoises et porte, vis-à-vis de chacune d'elles, un ajutage conique percé au bout d'un trou presque capillaire et dont l'axe se confond avec celui de l'entretoise. — Un obturateur également conique, mu de l'extérieur, soit par un petit volant, soit par tout autre moyen, permet de régler et même d'interrompre le courant de vapeur.

Le reste se comprend aisément : ces jets de vapeur extrêmement faibles entraînent avec eux l'air extérieur dans les entretoises creuses et provoquent ainsi une insufflation d'air dans l'intérieur du foyer. Il en résulte un violent tourbillon qui, mêlant ensemble l'air et les gaz combustibles, détermine une inflammation complète et empêche la production de la fumée.

Il est évident que, s'il s'agissait d'une chaudière ordinaire dont le foyer est extérieur, les choses se passeraient exactement de la même manière, sauf la disposition des jets de vapeur qu'il faudrait modifier.

---

Le but de M. Chauvin c'est de simplifier quelques-unes des opérations du raffinage et de la dessication du sucre, en employant des pompes à air dans les conditions suivantes : les moules contenant le sucre sont mis en communication par leur extrémité avec un tube à succion semblable à ceux en usage dans les raffineries de sucre, et portant des embouchures garnies de caoutchouc destiné à rendre imperméable la jonction du tube et des moules. Des robinets mettent le tube en communication avec des pompes à air et avec des réservoirs intermédiaires de manière à pouvoir séparer les différentes espèces de sirops. De cette manière, les pompes retirent toute la partie liquide restée dans le sucre cristallisé, et il n'est plus nécessaire d'employer les étuves dont on se sert aujourd'hui. La dessiccation complète s'opère d'elle-même en une seule opération, en continuant simplement l'action des pompes et en produisant un vide croissant, de manière à forcer l'air chaud et sec à passer au travers des cristaux en quantité suffisante pour les dessécher complétement. Il ne reste plus alors qu'à retirer le sucre des moules.

---



Tout le monde sait qu'une foule de végétaux, tels que le spart, l'alfa, le china-grass, plusieurs plantes de la famille des juncacées et une foule d'autres sont susceptibles de fournir des fibres plus ou moins flexibles et abondantes, applicables soit à la fabrication des étoffes, soit à celle du papier. M. Carrié indique une série d'opérations au moyen desquelles on peut arriver à obtenir la cellulose de ces différents végétaux en un très-court espace de temps et dans un état chimiquement pur.

Suivant ce procédé, on commence par laisser les tiges de ces plantes macérer dans l'eau pendant quelques heures, puis on les aplatit au moyen d'une série de cylindres en bois, afin de les désagréger autant que possible et de faciliter les opérations suivantes. On place ensuite ces tiges dans un baquet plein d'eau contenant une faible dissolution de carbonate de soude du commerce, on fait alors arriver dans ce mélange de la vapeur à 4 ou 5 atmosphères et on maintient le tout en ébullition pendant un temps variable, suivant la nature des fibres traitées. On obtient une cellulose jaune brune qu'on lave à l'eau additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique ou sulfurique, dans le but de neutraliser les dernières portions d'alcali restant dans le liquide. On met alors la cellulose impure dans un bain tenant en dissolution un chlorure décolorant quelconque, tel que le chlorure de chaux, et on a soin d'ajouter une petite quantité d'acide pour activer l'opération. La décoloration a lieu très-vivement, et, quand elle est effectuée, la cellulose est d'un blanc parfait et se trouve à l'état de pureté. Cependant, si on la laissait en cet état, au bout d'un certain temps elle finirait par contracter une teinte jaunâtre dont il s'agit de la préserver. Pour y arriver, on la lave au moyen d'une certaine quantité d'eau renfermant un peu de carbonate de soude, puis on la laisse séjourner quelques instants dans une dissolution très-étendue de chlorure de chaux. La cellulose commence par brunir légèrement et finit par redevenir d'un blanc parfait qui, cette fois, est stable.

---

A côté de cette méthode générale, voici deux autres procédés particuliers pour utiliser, l'un les fibres du houblon, l'autre celles des feuilles des conifères. L'inventeur du premier, M. Van der Schelden affirme qu'on peut tisser du linge de bonne qualité avec les fibres retirées des tiges du houblon. Après la récolte de la fleur, les tiges sont coupées et on en fait des paquets qu'on soumet à un séjour prolongé dans l'eau, comme pour le rouissage du chanvre. Cette macération constitue l'opération la plus importante, et des soins qu'on y apporte résulte le succès des opérations suivantes. Après un temps suffisant, les tiges sont mises à sécher, puis on les broie et on en retire les fibres textiles avec la plus grande facilité. On les carde ensuite et on les tisse à la manière ordinaire. Les tiges les plus fortes peuvent être employées à la fabrication des cordages, ainsi qu'on le fait du reste depuis longtemps en Suède et en Lithuanie.

Le second procédé est indiqué par MM. Ducros et Cᵉ. On sait depuis longtemps que les feuilles aciculaires des conifères, pins, sapins, etc., contiennent des fibres textiles d'une certaine solidité. On peut, en broyant ces feuilles et en les soumettant à un ou plusieurs lavages à l'eau pure ou légèrement alcaline, obtenir une bourre très-applicable aux objets de literie et de bourrellerie. Cette même matière peut être avantageusement employée pour la fabrication du papier. Enfin les inventeurs affirment que, en prolongeant le temps et en augmentant le nombre des lavages alcalins, on arrive à produire une sorte de laine qui, soumise au cardage, peut fournir des fils propres à confectionner des tissus communs.

H. DUFRENE, ingénieur civil,
ancien élève de l'École centrale.

---



# VARIÉTÉS.

**Justice rendue aux ingénieurs français.**

Pendant longtemps les ingénieurs anglais, ou du moins un grand nombre d'entre eux, ont manifesté un profond dédain pour les travaux de leurs collègues du continent. La facilité des communications, l'étude des publications techniques tend à faire disparaître ce préjugé qui n'existe plus que chez quelques très-jeunes ingénieurs anglais que l'expérience n'a pas encore éclairés.

Le journal de M. Zerah Colburn, *Engineering*, publie à ce sujet un article humoristique que nous croyons devoir traduire en grande partie :

*Une excursion à Paris.*

Avec ce mépris souverain que, comme membre de notre profession, né et élevé en Angleterre, je croyais devoir éprouver pour l'art de l'ingénieur tel qu'il est pratiqué sur le continent, je me suis embarqué pour aller visiter Paris et y noter ce qui devait indubitablement me paraître remarquable au point de vue de l'absurdité ou de la folie de la conception et de l'exécution.

Il n'y avait pas trop à s'apitoyer sur l'apparence générale des édifices publics : rien ne me parut prêter au ridicule; mais cela était sans doute dû aux progrès de l'architecture, qu'on peut considérer comme ne faisant pas rigoureusement partie de l'art de l'ingénieur; du reste, il est à peu près généralement reconnu que la France marche à la tête de toutes les nations modernes en ce qui concerne l'art de construire les édifices.

La vue d'une maison ou d'une église de Paris offre un aspect particulier, mais qui est simplement dû aux matériaux employés dans les constructions, c'est-à-dire la pierre blanche de Montmartre, et c'est à cette pierre plus qu'à toute autre chose que le progrès de l'architecture française peut être dû. Cette pierre, qu'on trouve dans les environs de Paris et qu'antérieurement on allait chercher dans les carrières qui s'étendent sous le quartier Saint-Jacques et sous le palais du Luxembourg (connues sous le nom de Catacombes), est prise aujourd'hui à des distances plus grandes. Elle consiste en une masse homogène d'une grande force et d'une grande solidité; mais, d'un autre côté, elle se laisse entamer par les outils d'acier sans la moindre difficulté. C'est pourquoi on la taille en larges blocs tout à fait équarris et polis à la surface, et on lui donne les dimensions quelconques, requises pour former des arches ou d'autres constructions plus ou moins irrégulières.

La formation de cette pierre n'étant pas de nature volcanique, elle contient très-peu de silice soluble, ce qui fait qu'elle n'entre pas en combinaison chimique avec le mortier; cette circonstance permet de n'employer le mortier qu'en petites quantités, sans que pour cela les murs se transforment en masses solides, comme cela a lieu en peu de temps pour les maçonneries où l'on emploie beaucoup de mortier.

Par ces raisons, il est très-facile à Paris de jeter bas une maison en pierres et d'en reconstruire une autre avec les mêmes matériaux, sans grand déchet sur la quantité de la pierre. C'est ce qui facilite la fréquente reconstruction des anciennes maisons et la création de rues entièrement nouvelles. Les détails sculpturaux et même les ornements qui se détachent sur les murs ne sont exécutés sur la pierre que lorsque la maçonnerie de la maison est achevée... C'est la facilité de ces opérations qui donne aux maisons de Paris cette apparence artistique qui les a parfois fait comparer à des sculptures d'ivoire.

Mais pour se rendre compte du développement matériel et du degré de civilisa-

tion d'une ville, un ingénieur ne doit pas se borner à considérer les édifices et les maisons comme ils apparaissent au-dessus du sol : — son œil investigateur doit aller chercher ce qui se trouve au-dessous du pavé.

Certainement la comparaison du Paris souterrain avec Londres, au même niveau, n'est pas en faveur de la première de ces deux villes : il n'y a ni chemin de fer souterrain, ni tubes pour le transport atmosphérique des dépêches, ni tunnels sous le fleuve, ni d'égouts d'une grandeur semblable à celle des égouts qui viennent d'être complétés à Londres. Mais Paris est largement approvisionné d'eau et une description qui a paru dans nos colonnes prouve que les travaux hydrauliques de Paris peuvent être placés au premier rang des travaux de cette nature dans le monde. Paris a aussi un excellent éclairage au gaz, — peut-être un peu plus cher qu'à Londres; — mais aussi à Londres le charbon est à meilleur marché qu'à Paris.

La canalisation de Paris, bien qu'elle ne soit pas complète, est un travail immense, et on dit que quelques-uns des égouts ont été construits de manière à pouvoir servir au transport rapide et souterrain de troupes en cas de nécessité.

Les rues sont assez larges pour suffire au trafic, ce qui rend moins nécessaire l'établissement de chemins de fer souterrains, et dans les rares circonstances où un railway doit passer au-dessous du niveau des rues, — comme par exemple pour le chemin de fer de l'Ouest, — on a préféré aux tunnels des passages à ciel ouvert, et les rues passent au-dessus des rails sur les ponts. Le pont si remarquable de la place de l'Europe dont l'*Engineer* paraît n'avoir donné qu'une description inexacte et que ce journal a critiqué un peu légèrement, est un exemple de viaduc pour six rues qui se croisent sur le pont, remplaçant ainsi quatre tunnels qui desservaient sur ce point les différentes lignes de la gare de l'Ouest. Une particularité à noter pour la plupart des constructions où l'art de l'ingénieur est en jeu, c'est qu'en France la beauté de l'édifice a le pas sur l'économie de la construction.

Assez pour l'une des branches de notre profession; l'autre, celle qui concerne la construction des machines, n'est pas indigne de la première. Bien que les grands industriels de Paris aient à subir des droits très-élevés pour le charbon de terre, cette ville est cependant un grand centre pour la construction des machines, et plusieurs de ces usines, telles que celles de Cail, de Gouin et d'autres sont bien connues. Une des stipulations du traité de commerce a eu d'excellents résultats : c'est l'autorisation d'introduire en France du fer brut, à la condition d'exporter la quantité correspondante en fer ouvré. On s'arrange de manière que ceux qui exportent des machines obtiennent le droit d'importer une quantité équivalente de fer brut, qu'ils en aient besoin ou non.

De choses absurdes, dans le véritable sens du mot, je n'en ai pas vu une seule, à l'exception cependant de celle que j'avais apportée avec moi d'Angleterre : c'est l'idée qu'il n'y aurait rien à apprendre de l'expérience acquise dans l'art de l'ingénieur par une grande nation, et de l'étude des travaux exécutés par ses savants professionnels.

E. C.

---

## JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

---

**Travaux publics. — Entrepreneur. — Décomptes et vérification de travaux. — Expertise. — Nomination d'un ou de deux experts.**

Lorsqu'il s'agit de contestations s'élevant au sujet de travaux exécutés par un

1. M. Emion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



entrepreneur pour un département, est-il nécessaire qu'il soit choisi un expert par l'entrepreneur et un expert par le préfet? Suffit-il, au contraire, qu'un seul expert soit choisi simultanément par les deux parties en cause, ou nommé, en cas de désaccord, par la juridiction administrative?

Cette question s'est présentée dernièrement devant le conseil de préfecture de la Dordogne, qui a consacré la seconde solution. Il a décidé, en droit, que, dans les contestations entre le département et des entrepreneurs relativement à l'exécution de marchés de travaux publics, l'expertise n'est qu'un acte d'instruction auquel les dispositions spéciales de l'art. 56 de la loi du 16 septembre 1807 et de l'art. 303 du Code de procédure civile ne sont pas applicables (15 juillet 1866).

Nous devons dire que cette décision nous paraît très-contestable en droit, et nous regrettons que le conseil de préfecture n'ait pas énoncé, dans son arrêté, les motifs sur lesquels il s'appuyait pour déclarer les dispositions légales précitées inapplicables aux contestations ayant pour objet les travaux commandés par les départements.

Du reste, la question sera portée devant le conseil d'État par suite du pourvoi que les entrepreneurs ont formé contre l'arrêté du conseil de préfecture de la Dordogne, et nous pensons que le conseil d'État en prononcera l'annulation.

**Brevet d'invention. — Brevetabilité. — Antériorité. — Contrefaçon. — Arrêt interlocutoire. — Enquête. — Chose jugée.**

La disposition d'un arrêt interlocutoire qui a prononcé en elle-même utile et brevetable la modification apportée à un procédé ou à un organe pour lequel un brevet a été obtenu, mais en réservant au défendeur la preuve par témoins de l'emploi antérieur par des tiers du procédé breveté, et en ordonnant une enquête, ne fait pas obstacle à ce que, d'après les résultats de l'enquête et preuve faite des antériorités alléguées, un arrêt définitif déclare le brevet nul pour défaut de nouveauté (Arrêt de la Cour de cassation du 18 juillet 1866).

Cela est juste, car un arrêt interlocutoire ne fait que préjuger la question soumise aux magistrats; il ne la résout pas d'une manière définitive. A quoi d'ailleurs servirait l'enquête ordonnée si la question était jugée d'avance? Elle ne constituerait qu'une procédure frustratoire, puisqu'elle ne pourrait, dans aucun cas, aboutir à un résultat nouveau. Si le juge a ordonné une enquête, c'est parce qu'il ne se considérait pas comme suffisamment éclairé; il ne saurait reconnaître qu'il a besoin de nouveaux renseignements et déclarer en même temps la cause entendue.

**Machine. — Rupture de l'un des organes. — Action en responsabilité — Délai de la garantie du constructeur.**

Le tribunal civil de la Seine avait dernièrement à juger une question d'un grand intérêt pour les constructeurs de machines.

Il s'agissait de savoir pendant combien de temps les constructeurs de machines sont responsables vis-à-vis des personnes pour lesquelles ils ont travaillé, lorsqu'il n'existe à cet égard aucune convention entre les parties.

Le tribunal a décidé que la responsabilité du constructeur ne devait pas durer plus d'une année. « Attendu, dit le jugement, que suivant les usages commerciaux, « la responsabilité des constructeurs et fournisseurs de machines est limitée à un « délai de quelques mois, et, qu'en aucun cas, les stipulations les plus rigoureuses « inscrites dans les marchés ne s'étendent au delà d'une année de la livraison[1]. »

On comprend, en effet, qu'il suffit de quelques mois pour s'assurer de la bonne construction d'une machine et de la régularité de sa marche; il ne serait pas juste que le constructeur et le fournisseur fussent responsables pendant un temps plus long que celui strictement nécessaire pour des expériences concluantes.

V. EMION,
avocat à la Cour impériale.

1. 15 juin 1866 (*Gazette des Tribunaux* du 16 juin 1866).



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

### MÉTAUX (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 205 | » |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 192 | 50 |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 200 | » |
| Étain Banca | 217 | 50 |
| — des détroits | 215 | « |
| — anglais | 207 | 50 |
| Plomb brut de France | 51 | » |
| — d'Espagne | 51 | 50 |
| — d'Angleterre | 51 | » |
| Zinc brut de Silésie | 56 | » |
| Autres provenances | 55 | » |

### SAINT-DIZIER (21 novembre).

Un petit lot de fonte au bois, de 50 mille kilog. seulement, a été vendu 111 fr. 50.

On nous apprend un marché de fonte mixte produite avec 60 kilog. de charbon et 100 kilog. de coke à la charge, traité à 95 fr. la tonne.

Un fourneau de la Moselle a placé ici un lot de 300 tonnes de fonte au coke, à raison de 78 fr. la tonne rendue à Saint-Dizier.

En fers, les transactions sont très-restreintes, les prix se soutiennent néanmoins.

Fers laminés au bois 225, 230 fr., fers mixtes 215 à 220 fr., écart de 5 à 10 fr. par classe; fers au coke 205 à 210, écart de 10 fr. par classe.

Les affaires sont très-difficiles; sur la place de Paris on pourrait encore vendre, mais il faudrait rendre les fers franco au même taux que pris aux usines et même quelquefois au-dessous. (*L'Ancre.*)

### HUILES.

| | | |
|---|---|---|
| Colza brute (tous fûts) 100 kil | 101 | 50 |
| — en tonne | 103 | » |
| — épurée | 111 | » |
| Lin brute (tous fûts) | 103 | 50 |
| OEillette commune (hectolitre) | 160 | » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 | » |

### PRODUITS CHIMIQUES (les 100k à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Acide acétique, 8 | 49 à 50 |
| — muriatique | 6 50 à 7 |
| — nitrique, 40 | 48 » |
| — — 36 | 38 » |
| — sulfurique, 66 | 14 à 15 |
| — — 53 | 8 50 à 9 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 » |
| Nitrate de potasse brut | « » |
| — raffiné | « » |
| Nitro-benzine le kil | 1 80 à 1 90 |
| Sel de soude (75 à 76) les 100 kil. | 36 à 39 |
| — (80 à 82) | 38 à 42 |
| Sel d'étain | 205 » |

### BOIS.

| | |
|---|---|
| Chêne ordinaire ($0^m,30$) | 75 » |
| — petit arrimage ($0^m,31$ à 40) | 85 » |
| — gros arrimage ($0^m,41$ à 50) | 110 à 140 |
| Sapins ordinaires | 53 » |
| Poutrelles de Norwége | 60 à 62 |
| Chêne feuillet d'entrevous | 0 70 |
| — panneau ($0^m,02$) | 1 00 |
| — planche ($0^m,034$) | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 35 |
| Sapins de Lorraine ($0^m,027$) | 0 75 |

### MAÇONNERIE.

(Paris, octroi, transport compris.)

| | |
|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 » |
| Chaux hydraulique en pierre | 6 |
| — grasse | 28 » |
| Ciment de Portland 100 k | 9 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m. c. | 90 » |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 50 |
| Sable de rivière | 7 25 |
| — de plaine | 4 50 |
| Moellons durs | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

Paris. — P.-A. BOURDIER et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

## CHIMIE INDUSTRIELLE.

# LE CHLORURE DE SODIUM,

PAR M. HENRI BERGÉ, Professeur de chimie à Bruxelles.

Le chlorure de sodium est un des corps les plus répandus dans la nature et c'est aussi l'un des composés les plus importants de la chimie. On le désigne sous les noms vulgaires de *sel marin*, *sel ordinaire* ou *sel de cuisine*. Il est incolore, inodore, d'une densité de 2,13. L'eau dissout 35 p. 100 de chlorure de sodium à 0° et 40 p. 100 à la température de l'ébullition. Cette solubilité presque égale à froid et à chaud permet de le séparer par cristallisation d'un grand nombre d'autres sels.

Le chlorure de sodium cristallise en cubes; les *trémies* de sel qu'on rencontre dans le commerce sont formées par l'agglomération symétrique d'une foule de petits cubes qui, s'accolant les uns aux autres, forment des pyramides à quatre pans, creuses à l'intérieur et dont les parois présentent l'aspect de gradins.

Ces cristaux sont anhydres et décrépitent fortement, lorsqu'on les chauffe à 200° ou 300°; ils se conservent bien à l'air sec, mais dans les temps humides, ils enlèvent de l'eau à l'atmosphère et entrent en déliquescence; dès que le temps redevient sec, ils abandonnent de nouveau cette eau.

Le chlorure de sodium est fusible au rouge et se volatilise à une température plus élevée, en produisant des fumées blanches.

Le chlorure de sodium décrépite fortement quand on le chauffe au rouge sombre; les auteurs attribuent généralement cette décrépitation a l'eau interposée entre les couches salines, mais cette explication n'est nullement fondée.

Le chlorure de sodium, disons-nous, est un des corps les plus répandus dans la nature; c'est le *minerai* de tous les composés sodiques. Il existe en dissolution dans l'eau de toutes les mers, d'un grand nombre de sources et de lacs. On le rencontre en masses énormes au sein de la terre; on le désigne alors sous le nom de *sel gemme* ou *sel de roche*.

Le *sel gemme* est quelquefois parfaitement blanc et pur; d'autres fois il est diversement coloré par des oxydes métalliques et d'autres matières étrangères.

Le chlorure de sodium est ordinairement disposé en couches épaisses qui ont quelquefois plusieurs myriamètres d'étendue; tantôt ces couche sont superficielles, comme en Afrique; tantôt elles se trouvent à une pr

fondeur de plus de 300 mètres, comme en Pologne; d'autres sont situées à une hauteur considérable, telles sont celles des Cordillères, en Amérique, et celle d'Arbonne, en Savoie. Enfin, ce sel se présente en blocs énormes et isolés, comme en Espagne.

Certaines matières minérales paraissent accompagner constamment le sel gemme, tel est le sulfate de chaux (plâtre). L'argile accompagne aussi le chlorure de sodium, et au milieu des diverses couches salines on trouve des débris de corps organisés, des os d'éléphants, du bois carbonisé, des coquilles, du pétrole et quelquefois même du soufre.

On trouve des mines de *sel gemme* dans presque toutes les contrées; la Suède et la Norwége font cependant exception. Les mines de Wieliczka et de Brochnia, près de Cracovie, sont les plus célèbres, à cause des relations souvent trop brillantes qu'en ont données les voyageurs. Ces mines sont exploitées depuis l'an 1251. Elles ont une longueur de 200 lieues et une largeur de 40 et elles sont exploitées à plus de 400 mètres de profondeur. Les mines de Wieliczka forment une succession de vastes souterrains, une ville immense avec ses rues, ses places publiques et ses habitations pour les mineurs. Un grand nombre de lumières y sont entretenues et éclairent cette ville souterraine.

Depuis qu'on exploite les mines de Wieliczka, on en a retiré plus de 65 milliards de kilogrammes, c'est-à-dire une quantité suffisante à la consommation de la Belgique par exemple pendant plus de deux mille ans.

Il existe en France 13 mines de sel gemme, dont 9 seulement sont exploitées. Les mines de la vallée de la Seille (Meurthe) sont remarquables; elles présentent 13 couches superposées de sel sur une épaisseur de 68 mètres.

En Angleterre, on connaît les mines de Northwich, dans le comté de Chester. Ces mines ont été découvertes en 1670. La première couche de sel est à 40 mètres de profondeur. La production de ces mines dépasse le produit des mines de Wieliczka.

On rencontre des lacs salés dans presque tous les pays; la Russie, la Hongrie et l'Afrique en possèdent le plus. La quantité de sel tenue en dissolution dans ces eaux varie depuis 1 jusqu'à 24 p. 100.

Les sources salées sont plus abondantes encore que les mines de sel et les lacs salés, et leur produit est assez abondant.

L'exploitation des mines de sel gemme se fait comme celle des carrières à pierre ou à sable; elle ne présente aucune difficulté sérieuse.

Quand le sel est impur, il faut le dissoudre dans l'eau pour le purifier par cristallisation. La dissolution se fait ordinairement dans la mine elle-même. On perce à partir du sol jusqu'au gisement de sel un trou de sonde de 15 centimètres de diamètre, dans les 30 à 40 premiers mètres et seulement de 10 centimètres dans le reste de la profondeur. On place dans ce trou des tuyaux assemblés à vis. On fait arriver de l'eau douce entre les parois externes des tuyaux et les parois du trou de sonde; cette eau descend jusque dans la masse de sel gemme; elle dissout le sel, et l'eau salée, à cause de sa densité, va occuper la partie inférieure du trou de sonde. Les tuyaux s'emplissent peu à peu d'eau salée jusqu'à ce que la

colonne salée fasse équilibre à la colonne annulaire d'eau douce. Mais la densité de l'eau pure étant plus faible que la densité de l'eau salée, cette dernière s'arrête à une certaine distance au-dessous de la surface du sol. Il est facile de calculer la différence de niveau ; en effet, l'eau pure a pour densité 1 et l'eau salée 1.20. La hauteur de l'eau salée sera la 1.20e partie de la hauteur occupée par l'eau pure ; si donc la profondeur est de 200 mètres, nous aurons $\frac{200}{1.20}$ ou 166 mètres. La colonne salée s'arrêtant à 34 mètres du sol, il faudra l'élever au moyen de pompes.

Quand les sources salées sont assez riches en sel, on fait immédiatement évaporer les eaux dans des chaudières présentant une grande surface d'évaporation ; mais quand les eaux sont peu concentrées, il faut avoir recours à un moyen bien simple et applicable au traitement de l'eau de mer : — ce moyen, c'est l'évaporation spontanée. Les eaux des sources salées sont amenées, par des rigoles, dans de grands réservoirs. Des pompes élèvent ces eaux à la partie supérieure de grands appareils évaporatoires qu'on nomme *bâtiments de graduation*[1], et d'où

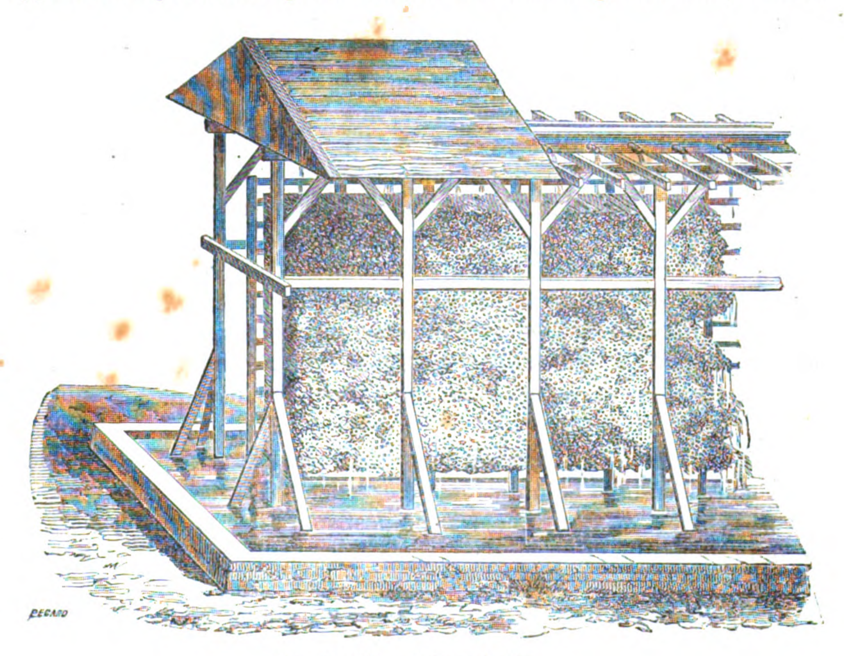



Fig. 87. Bâtiment de graduation.

on les fait couler lentement sur de larges surfaces exposées à l'action du

1. L'usage des *bâtiments de graduation* pourrait se généraliser pour toutes les industries qui ont à opérer la concentration de solutions salines très-diluées. Après trois trajets dans le bâtiment de graduation, la concentration de l'eau est doublée.

Le bâtiment de graduation de Schoenebeck (Prusse) a 6,000 pieds de longueur ; les rangées de fagots ont une hauteur de 50 pieds et une largeur de 8 pouces. (Le pied de Prusse équivaut à $0^m,313$)

vent qui évapore une grande partie de l'eau. Ces *bâtiments de graduation* ne sont autre chose que des espèces de murailles formées de fagots maintenus par des charpentes. Ces murailles ont souvent 500 mètres de longueur et 10 à 15 mètres de hauteur. Au pied de ces murailles règne un bassin destiné à recueillir les eaux concentrées. A la partie supérieure règne un canal destiné à répartir les eaux dans tout l'appareil; des pompes y élèvent les eaux de la source; de là ces eaux coulent sur les fagots par de petits trous pratiqués le long des parois du canal. L'eau salée descend ainsi lentement à travers les branchages et se concentre par l'évaporation. Ces eaux, après avoir parcouru ce mur de fagots, se réunissent dans le bassin inférieur; elles sont remontées par d'autres pompes qui les versent dans le canal supérieur d'un second bâtiment de graduation semblable au premier, où elles se concentrent de nouveau et se débarrassent des sels calcaires qu'elles renfermaient. Ces sels calcaires forment des incrustations sur les fascines. Les eaux concentrées de la sorte sont ensuite évaporées dans des chaudières.

Quant à l'extraction du sel de l'eau de la mer, elle se fait par deux procédés différents; dans les pays chauds, on évapore l'eau au soleil dans des bassins peu profonds et très-étendus; dans les pays froids, on laisse l'eau de la mer se congeler; l'eau pure se sépare et forme des cristaux de glace, tandis qu'il reste un liquide incongelable qui n'est autre qu'une solution concentrée de sel qu'on évapore ensuite au feu.

Les applications du sel sont si importantes qu'il faudrait tout un livre pour les décrire; c'est la matière première de nos fabriques de produits chimiques. C'est avec le sel qu'on prépare l'acide chlorhydrique et par conséquent le chlore et les chlorures décolorants ou désinfectants; c'est avec le sel qu'on fabrique le sulfate de soude et par conséquent les savons durs, les sels de soude et le verre. Les applications directes du chlorure de sodium sont d'une importance extraordinaire; considérons donc cette matière au point de vue de son emploi dans l'économie domestique et l'agriculture.

Le sel est très-utile à la fabrication des engrais. En effet, les Anglais salent leurs guanos et en obtiennent d'excellents résultats.

Dans le comté de Cornwall, les compost sont salés et les fermiers du Cheshire, nous dit l'illustre Davy, leur attribuent l'abondance de leurs récoltes.

En Suisse, notamment dans les montagnes qui avoisinent les salines de Schweizerhall, on sale les purins et toujours avec succès[1].

Cependant, si patent que soit un fait, l'esprit n'est pas satisfait, s'il n'aperçoit distinctement la cause au milieu des effets. Le contrôle des faits par l'explication raisonnée des causes qui les produisent est le seul moyen d'éviter les erreurs, et surtout les engouements résultant d'observations incomplètes. Il ne suffit pas que nous soyons convaincus, il

1. En France, dans le Morbihan, les fermiers arrosent leurs fumiers avec de l'eau salée. L'honnête et laborieux paysan provençal Jauffret employait le sel marin dans la fabrication de ses engrais, et l'on sait quels services importants sa méthode a rendus.



faut que chacun puisse comprendre ce qu'il y a de fondé dans nos convictions.

La science vient confirmer les résultats de la pratique agricole. MM. Payen et Wodd ont constaté que la chair des harengs frais ne dosait que 2,450 d'azote, et la chair des harengs salés 3,112 p. 100.

MM. Barral et Moussette salèrent un échantillon de guano qui fut abandonné au contact de l'air, à côté d'un autre échantillon de guano distrait du premier, mais privé de sel, et dont on avait déterminé la richesse en azote. En quelques mois, le guano non salé avait perdu, comme les harengs frais, de notables quantités d'azote, tandis que le guano salé avait conservé sa richesse initiale.

Ces faits s'expliquent facilement : le sel ralentit la décomposition des matières organiques azotées.

Tous les engrais, soit les engrais de ferme, soit les engrais dits artificiels, éprouvent, pendant leur conservation en tas, une décomposition lente qui modifie leur composition; cette fermentation continuelle vient faire prédominer peu à peu les sels ammoniacaux aux dépens de la matière azotée organique.

C'est là une action à laquelle il convient de s'opposer, car, quand bien même la totalité des produits ammoniacaux serait retenue dans l'engrais, si rien ne s'oppose à la fermentation continuelle du tas, on n'aurait plus d'engrais *mixtes* pouvant suffire à toutes les phases de la végétation, mais uniquement des engrais *chauds* qui dépenseraient follement leur utilité en quelques semaines et qui plus tard laisseraient les récoltes dépourvues d'aliments, à une époque où tout concourt à leur imprimer une grande vigueur et au moment où elles ont le plus besoin d'une alimentation abondante et substantielle.

Telles sont les raisons qui doivent déterminer l'emploi du sel dans les engrais fabriqués, comme moyen de ralentir la décomposition des matières organiques azotées.

Le sel constitue donc une utilité de fabrication; il est nécessaire à la bonne conservation des guanos, des fumiers et des engrais artificiels.

Considéré comme engrais, le sel représente-t-il une valeur agricole?

Des divergences d'opinions se sont produites à cet égard, et ce n'est pas sans peine qu'on peut rechercher la vérité au milieu de toutes ces affirmations contradictoires. Nous placerons les faits au-dessus des doctrines; pour nous les systèmes préconçus ne sont rien, les résultats sont tout.

L'usage du sel est bien ancien. Les Hindous et les Chinois en fécondent, depuis la plus haute antiquité, leurs champs et leurs jardins. Pline nous apprend que les Assyriens le mettaient à quelque distance autour de leurs palmiers; il nous dit aussi *qu'en trop grande quantité* il stériliserait le sol.

L'emploi avantageux du sel en agriculture n'a pas échappé à cet esprit observateur dont s'honore l'Angleterre, Bacon; plus tard, Brownrigg, Watson et Cartwright ont confirmé, par leurs expériences, l'efficacité du sel sur la végétation.

Les sociétés d'agriculture d'Angleterre ont ouvert des concours sur cette question. Les réponses ont été en faveur de l'emploi du sel.

Sinclair, Johnson et Davy se sont prononcés ouvertement pour son emploi. Dans l'île de Mann, on fait usage du sel, spécialement pour détruire la mousse des prairies. Dans les pays à cidre on sale le pied des pommiers. En Bavière, les agriculteurs font usage de sel comme amendement. En Picardie, les pâturages envahis par les grandes marées donnent d'excellents résultats.

Puvis signale l'usage que l'on fait en France des cendres salées de Pornic.

La science vient d'ailleurs confirmer ce que la pratique nous enseigne.

Nous croyons être en droit de conclure que le sel représente une valeur agricole; qu'il est utile, indispensable aux plantes qui toutes en absorbent de grandes quantités; qu'il fournit à l'organisme végétal la soude et le chlore qui n'y font jamais défaut; qu'il entretient une humidité souvent très-utile au sol. Enfin nous ajouterons qu'il représente une valeur agricole, parce qu'il facilite la dissolution des phosphates calcaires, et que l'emploi du sel pour l'élève et l'engraissement du bétail présente une utilité incontestable [1].

Dans l'antiquité, on employait déjà l'eau de mer pour se procurer du sel; dans l'île de Crète et sur quelques points du littoral de l'Italie et de l'Afrique, il y avait de véritables marais salants, dont Pline fait mention dans son *Histoire naturelle*, XXXI, 7.

Autrefois, il existait des marais salants dans la haute Normandie, et sur tout le plateau renfermé entre le cap de la Hève et la falaise d'Orcher, notamment à l'Heure, à Grasville, à Harfleur et à Montivilliers. Il y a eu des salines jusqu'au XVIIIe siècle dans les marais du Havre-de-Grâce, là où étaient naguère les fossés et les fortifications. L'exploitation la plus importante dans cette région a été celle de Bouteilles, près de Dieppe. Il est fait mention des salines de cette localité dans une charte de Childéric, donnée à Saint-Lantberg, en 672. Jusqu'au XIVe siècle la mer allait jusqu'à Bouteilles. Ces renseignements, qui prouvent l'ancienneté des marais salants en France, sont puisés dans un remarquable travail publié en 1843 par l'abbé Cochet : *Les anciennes industries du département de la Seine-Inférieure.* Aujourd'hui les marais salants de la France sont au nombre de 82, occupant une surface de 24,248 hectares; ces marais sont situés dans divers départements, sur les côtes de la Manche, sur les bords de

1. L'*Étude sur le chlorure de sodium* a fait l'objet d'une conférence, tenue à Bruxelles (Cours publics de la ville de Bruxelles), par M. Bergé, et le savant professeur a reproduit cette Conférence dans son journal *le Chimiste.*

La partie de cette Étude que nous publions, est suivie d'un examen de la question de l'impôt sur le sel. — M. Bergé aborde là un terrain sur lequel nous ne pouvons le suivre. Nous nous bornons donc à détacher encore de cette Étude quelques données sur les marais salants et les produits de l'eau de mer. (*Note de la rédaction.*)

l'Océan et sur les côtes de la Méditerranée. Le sel est produit à si bon marché dans les marais salants que 100 kil. ne coûtent que 1 fr. tout au plus.

Après l'extraction du sel marin, les eaux-mères des marais salants renferment en abondance du sulfate de magnésie. Ces eaux-mères sont restées pendant très-longtemps sans aucun emploi; mais M. Balard, mettant à profit une observation faite par Scheele en 1785 et confirmée par Green en 1794, est parvenu à en extraire du sulfate de soude, bien que ce sel n'y préexiste pas.

Par suite d'une réaction qui se passe entre le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie quand ces deux sels sont à une basse température, les eaux-mères des marais salants laissent déposer pendant l'hiver du sulfate de soude très-pur et en grande quantité. Dans un marais salant de 200 hectares, M. Balard a récolté annuellement 600,000 kil. de sulfate de soude. Les eaux qui ont abandonné pendant l'hiver le sulfate de soude, laissent cristalliser le sulfate de potasse pendant l'été par suite de leur évaporisation aux rayons solaires. M. Balard a retiré de son marais de 200 hectares, 90,000 kil. de sulfate de potasse pur.

L'eau de la mer est donc une source inépuisable de sulfate de soude et de sulfate de potasse, sels dont l'industrie fait un si grand usage.

A l'Exposition universelle de 1855, MM. Agard et Pratt ont présenté des sulfates de soude, de potasse, de magnésie, des chlorures de potassium et de magnésium, des carbonates de potasse et de magnésie obtenus des marais salants par les procédés que M. Balard a su rendre pratiques.

En France, sur une production totale de 500 millions de kil., les marais salants fournissent 455 millions de kil.; c'est donc 91 p. 100 du sel obtenu annuellement. Le nombre d'ouvriers employés à l'exploitation du sel est, d'après les documents officiels (en 1852), de 15,650 et sur ce nombre plus de 14,000 travaillent aux marais salants.

455 millions de kil. de sel, une quantité considérable de sulfate de soude et de sulfate de potasse et du travail pour 14,000 ouvriers, voilà ce que la France a pu obtenir avec l'eau de la mer.

HENRI BERGE,
professeur de chimie au musée royal de l'industrie, à Bruxelles,
membre du conseil d'administration du congrès international pour le progrès des sciences sociales.

---



# MONOGRAPHIE DE L'ASPHALTE,

PAR M. **LÉON MALO**, Ingénieur civil.

## 1° DÉFINITION.

Quoique depuis trente ans l'asphalte soit un des éléments les plus considérables de la voirie des villes, quoique ses usages se soient multipliés sous mille formes et qu'il entre pour une part importante dans un grand nombre d'espèces de constructions, à peine est-il connu même de ceux qui l'emploient. Et non-seulement sa constitution physique, ses propriétés, son origine, sont ignorées de ceux-là qui font métier de le manipuler ou d'en surveiller l'application, mais il n'a pas même un nom qui lui soit propre, un état civil invariable. Pour les chimistes, l'asphalte est un carbure d'hydrogène oxygéné; pour les géologues (et encore sont-ils d'accord sur ce point?), c'est le calcaire imprégné de bitume, tel qu'il est extrait de la mine; pour le public, c'est la matière qu'il foule sur les trottoirs. Le public, lui non plus, n'est pas toujours fidèle à cette appellation; il dit tantôt : « *Le bitume*, » tantôt : « *L'asphalte des boulevards.* »

Avant de m'engager dans l'étude approfondie de cette matière, il me semble nécessaire de la tirer de cette incertitude et de lui consacrer une dénomination qui ne soit plus livrée au hasard des localités et aux caprices du langage. La qualification à choisir importe peu : ce qui est essentiel, c'est qu'elle soit unique et fixe, qu'elle détermine d'une manière stable l'individualité du corps, qu'elle permette enfin de le désigner sûrement et sans équivoque.

Je proposerai donc de nommer :

*Asphalte*, le calcaire bitumineux;

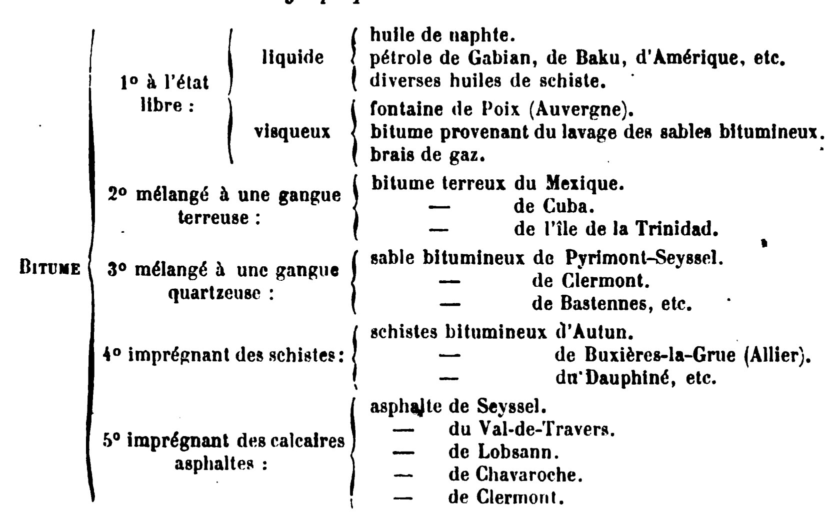
*Bitume*, le produit noir et visqueux qui se trouve disséminé dans les pores du calcaire bitumineux et dans les interstices des molasses de Seyssel ou des sables d'Auvergne;

*Mastic asphaltique*, le calcaire bitumineux transformé par la cuisson et par l'addition d'une petite quantité de bitume, en cette matière qui sert à la construction des trottoirs.

J'emploierai ces dénominations en leur donnant le sens que je viens d'indiquer, et je souhaite fort qu'elles soient adoptées par l'usage, car elles semblent être les plus rationnelles.

On pourra se rendre compte des différentes manières d'être du bitume à ses divers degrés de pureté ou du mélange avec les matières étrangères, par le tableau suivant :

*Tableau synoptique des matières bitumineuses.*



| | | | |
|---|---|---|---|
| Bitume | 1° à l'état libre : | liquide | huile de naphte. |
| | | | pétrole de Gabian, de Baku, d'Amérique, etc. |
| | | | diverses huiles de schiste. |
| | | visqueux | fontaine de Poix (Auvergne). |
| | | | bitume provenant du lavage des sables bitumineux. |
| | | | brais de gaz. |
| | 2° mélangé à une gangue terreuse : | | bitume terreux du Mexique. |
| | | | — de Cuba. |
| | | | — de l'île de la Trinidad. |
| | 3° mélangé à une gangue quartzeuse : | | sable bitumineux de Pyrimont-Seyssel. |
| | | | — de Clermont. |
| | | | — de Bastennes, etc. |
| | 4° imprégnant des schistes : | | schistes bitumineux d'Autun. |
| | | | — de Buxières-la-Grue (Allier). |
| | | | — du Dauphiné, etc. |
| | 5° imprégnant des calcaires asphaltes : | | asphalte de Seyssel. |
| | | | — du Val-de-Travers. |
| | | | — de Lobsann. |
| | | | — de Chavaroche. |
| | | | — de Clermont. |

## 2° Description.

Ce que j'appelle *asphalte* est un carbonate de chaux parfaitement pur (sauf parfois la présence de quelques traces de silice), imprégné naturellement, par un phénomène géologique dont les circonstances et l'époque précise nous sont encore inconnues, d'un *bitume*, que nous étudierons plus loin, dans la proportion de 7 à 8 de bitume pour 93 à 92 de calcaire (en poids).

Ce minéral, qui se trouve en couches interposées entre des bancs de calcaire blanc, particulièrement dans la partie supérieure du terrain jurassique, présente les caractères physiques suivants :

*Couleur.* — Sa couleur est celle du chocolat très-foncé, approchant du noir; sa cassure ressemble également à celle du chocolat; elle est grenue et irrégulière, sans aucun plan de clivage; différente, suivant qu'elle est opérée dans le sens de la stratification ou perpendiculairement à ce sens; plus foncée et plus farineuse dans le premier cas, plus sèche et plus claire dans le second. Les diverses mines ont chacune leur ton particulier, mais toujours dans la gamme des teintes chocolat.

*Consistance.* — L'asphalte varie de consistance selon la température; très-dur et sonore par le froid, il se ramollit dans la chaleur jusqu'à tomber en poussière si la température dépasse 50 ou 60 degrés. En hiver, il se brise facilement au marteau, comme le calcaire ordinaire; en été, il se ramollit sous le choc, s'aplatit et se met en pâte.

*Poids spécifique* moyen, 2,235.

*Structure.* — La structure de l'asphalte varie avec les gisements. Voici comment on pourrait décrire celle d'un échantillon présentant les meilleures conditions possibles :

Le grain est fin, homogène, sans interposition de particules de calcaire blanc ; l'aspect des cassures, qu'elles soient pratiquées parallèlement ou normalement au sens de la stratification, est le même ; quelquefois, la roche est tigrée, c'est-à-dire qu'elle est parsemée de taches un peu moins foncées que le fond, et ces taches sont exactement disposées de façon à rappeler le pelage du tigre ; d'autres fois elle renferme nombre de coquilles de 1 à 3 millimètres de diamètre, remplies de cristaux de carbonate de chaux imprégnés de bitume comme le reste. Souvent ce sont de gros cristaux rhomboédriques, présentant des plans de clivage de 1 à 2 millimètres de côté, toujours imprégnés. Toutes ces variétés constituent d'excellent asphalte, à la condition que les diverses parties en soient complétement pénétrées de bitume.

Les mauvaises qualités se reconnaissent aux caractères suivants :

Tantôt la roche est régulièrement imprégnée, mais la teneur en bitume descend au-dessous de 6 p. 100, alors l'exploitation est onéreuse ; tantôt le calcaire est dur et fendillé à l'infini, de façon à former des grains microscopiques ; le bitume s'est faufilé dans les fentes qu'il a remplies, de façon que lorsqu'on brise un morceau de cette espèce de minerai la cassure présente l'aspect noir-brun des bonnes qualités ; mais si on le broie, ou si on l'examine au microscope, on reconnaît que l'imprégnation apparente n'est qu'un suintement divisé à l'infini. On trouve en Auvergne, dans le gisement dit de « *Dallet*, » des échantillons remarquables de cette variété. Quelquefois le calcaire, tout en paraissant très-riche en bitume, contient des éléments argileux qui, ne pouvant être pénétrés comme le carbonate de chaux auquel ils sont mélangés, rompent l'homogénéité et souvent sont la cause des fissures qui se remarquent sur beaucoup de trottoirs ; rien n'est plus facile que de constater la présence de l'argile. Quelques gisements de calcaire bitumineux, celui de Lobsann, par exemple, renferment avec leur bitume un principe huileux qui les rend trop gras et nuirait à la consistance du mastic asphaltique : on débarrasse le minerai de cette huile par une distillation, après quoi il est propre à être utilisé.

Lorsqu'une roche asphaltique a été exposée au contact de l'air pendant un certain temps, le bitume d'imprégnation est desséché à sa surface, sur une épaisseur d'un cinquième à un quart de millimètre, à peu près. Cette dessiccation, due à une évaporation lente du bitume, suffit pour décolorer l'asphalte, au point qu'il ne présente plus aucune différence d'aspect avec le calcaire blanc ordinaire ; il faut le briser pour reconnaître qu'il est noir à l'intérieur. Cette évaporation du bitume ne se propage jamais à plus d'un millimètre de profondeur. On a pu s'en convaincre sur des blocs extraits depuis plus de quarante ans, et qui, laissés sur le carreau de la mine, étaient devenus parfaitement blancs à la surface.

Moyennant les indications qui précèdent, il sera facile à tout le monde de distinguer les bonnes des mauvaises qualités de l'asphalte. Quelques administrations exigeaient encore récemment que le mastic asphaltique fût fabriqué sur le lieu même d'emploi, et que la roche y fût appor-

tée en nature. Cette précaution, abandonnée généralement aujourd'hui[1], était prise pour éviter l'invasion des produits factices sur les travaux.

Les descriptions que nous venons de donner perdent donc une partie de leur importance, puisque l'asphalte ne paraît ordinairement sur les travaux qu'à l'état de mastic. Cependant, soit pour les personnes qui tiendraient à étudier le produit à fond, soit pour celles qui auraient occasion de rencontrer ou de rechercher des mines d'asphalte, elles peuvent encore avoir leur intérêt.

D'une manière générale, ceux qui font des recherches d'affleurements d'asphalte doivent observer les règles suivantes :

1° Diriger leurs recherches dans les terrains calcaires;

2° Ne pas s'arrêter à la couleur externe des échantillons, mais les briser et ne juger que sur la cassure;

3° Examiner la nature du minerai et sa teneur en bitume, d'après les indications contenues ci-après, dans le paragraphe 6 (*Dosage*).

### 3° Historique.

La découverte et l'emploi de l'asphalte remontent à la plus haute antiquité. Les constructions de l'ancienne Égypte, les ruines assyriennes et babyloniennes en portent des traces nombreuses.

Non-seulement l'asphalte y est appliqué comme revêtement, mais aussi et surtout comme ciment.

Le docteur d'Eyrinis, l'inventeur de la mine du Val-de-Travers, auteur d'un opuscule publié en 1721, affirme dans son enthousiasme que l'arche de Noé en était revêtue; il cite à l'appui ce verset de la Genèse (chap. VI, verset 14) : *Bituminabis eam bitumine*, et cet autre (chap. XI, verset 3) : *Et asphaltus fuit eis vice cimenti;* il induit de la proximité de la mine de Sidim que les tours de Babylone étaient du haut en bas cimentées en asphalte. Il faut probablement rabattre beaucoup de ces hypothèses hasardeuses. Que l'arche de Noé ait été enduite de bitume, c'est possible, de ciment asphaltique, c'est douteux; que les tours de Babylone aient dû à la présence de l'asphalte leur solidité historique, c'est absolument invraisemblable, l'asphalte étant impropre à servir de ciment, surtout dans les pays chauds, en dehors des fondations ou des constructions abritées. Il suffit de constater que son rôle a été considérable dans les travaux exécutés par les anciens au-dessous du niveau du sol ou dans des ouvrages placés à l'abri de la chaleur, et les exemples en sont très-fréquents dans tout l'Orient.

La trace de l'asphalte se perd ensuite; il n'en est plus question dans l'œuvre gigantesque des Romains : le ciment absorbe tout.

C'est seulement au commencement du dix-huitième siècle que l'as-

1. Les propriétaires de mines d'asphalte ont depuis quelque temps adopté et déposé une marque de fabrique qui, imprimée sur chaque pain, en atteste l'authenticité. Cette mesure permet aux administrateurs de se garantir sûrement des contrefaçons.



phalte reparaît. Le docteur Eyrini d'Eyrinis, professeur grec, en faisant dans le Val-de-Travers (canton de Neuchâtel, en Suisse), quelques excursions géologiques, découvrit, en 1710, un gisement d'asphalte qui lui parut être de même nature que ceux d'Orient. Il l'expérimenta et reconnut que c'était effectivement du calcaire imprégné de bitume, donnant par la cuisson un mastic semblable au ciment babylonien.

L'admiration du docteur d'Eyrinis pour sa découverte n'eut pas de bornes; on peut juger, en lisant sa brochure, de l'excès de son exaltation; il n'en fait rien moins qu'une panacée universelle, et il n'est pas d'application, si excentrique qu'elle soit, dont il ne lui fasse honneur. En mettant de côté les exagérations, on trouve dans l'opuscule de d'Eyrinis le germe des principaux usages que prit plus tard l'asphalte, sauf cependant celui qui devait être son plus grand succès, le trottoir. La mine du Val-de-Travers desservit pendant près d'un siècle tous les débouchés connus de l'asphalte.

En 1838 furent établis, à Paris, les premiers trottoirs en asphalte. A cette époque une mine rivale, Seyssel, disputait le pas au Val-de-Travers. L'avénement des trottoirs en asphalte fut pour elle le signal d'une prospérité tellement excessive que, par la loi des réactions, des catastrophes financières s'ensuivirent promptement. Comme il arrive souvent aux grandes innovations industrielles, celle-ci tomba entre les mains de spéculateurs qui, laissant de côté ses résultats pratiques et utiles, songèrent uniquement à exploiter l'engouement dont elle devint l'objet. Des sociétés furent formées qui purent, en quelques mois, faire monter leurs actions de 500 fr. au chiffre scandaleux de 13,000 fr.! Est-il besoin d'ajouter que la chute suivit de près cette élévation incroyable des cours? Quelques jours après, les actions de 13,000 fr. s'offraient à 25 fr.

Certes, l'introduction de l'asphalte dans les trottoirs est une des plus heureuses applications de l'industrie à l'embellissement des villes et au bien-être public, mais ses mérites incontestables ne pouvaient justifier une aussi exorbitante fluctuation de valeurs; pendant fort longtemps, l'asphalte s'est ressenti des sinistres financiers dont il a été la cause innocente, et si, depuis quelques années, il a repris, mais honnêtement cette fois et dans des limites avouables, sa place parmi les affaires industrielles, c'est qu'une compagnie sérieuse, en réunissant les principales mines sous une même et sévère direction, s'est chargée de lui faire faire une rentrée honorable sur le marché et d'effacer les pénibles souvenirs qu'il portait avec lui.

A l'heure qu'il est, l'asphalte (j'entends l'asphalte naturel et non ses imitations) est en possession de fournir des trottoirs aux principales villes de l'Europe. La ville de Paris, notamment, n'admet pas d'autre système pour la plupart de ceux qui appartiennent exclusivement à l'autorité municipale, et il commence à pénétrer sérieusement dans la construction des chaussées.

Tout fait supposer qu'à mesure que les villes s'embelliront et s'assainiront, le rôle de l'asphalte s'agrandira, et l'on ne peut prévoir où s'arrêtera son extension.

### 4° Origine géologique.

On est fort indécis sur les circonstances dans lesquelles s'est formé l'asphalte; les traités de géologie sont muets sur ce point, et les hypothèses plus ou moins risquées qui se sont produites à ce sujet sont tellement contradictoires et appuyées sur des faits si incertains ou des raisonnements si défectueux, que, provisoirement, le mieux est de rester dans le doute. Je m'abstiendrai d'ajouter mon système à tous ceux qui ont été déjà mis en avant; je me bornerai à exposer le résultat de mes observations, sans en tirer de conclusion, me réservant de traiter dans un travail spécial cette question dont la solution, à cause de son caractère hypothétique, ne doit pas trouver place ici.

Un premier point à déterminer serait l'âge exact de l'asphalte. Des faits d'observation, il résulterait que la date de l'imprégnation est antérieure au dernier bouleversement de la croûte terrestre. En effet, si l'on examine certaines parties du gisement de Seyssel dans lesquelles l'imprégnation est incomplète, c'est-à-dire où des portions seulement du banc de calcaire sont bitumineuses, on remarque que toutes les parties blanches sont fendillées à l'infini, tandis que les parties en forme de lentille qui sont imprégnées ont un aspect compact et sont sans aucune fissure. Si l'imprégnation était postérieure au soulèvement des couches jurassiques, tout serait également fendillé. Il est à supposer, au contraire, qu'au moment de ce cataclysme, l'imprégnation étant déjà effectuée, les parties imprégnées, rendues par la présence du bitume plus élastiques que les autres, se sont prêtées au mouvement, tandis que le calcaire blanc, plus rigide, a été broyé et fissuré. Tous les bancs réguliers d'asphalte sont d'ailleurs exempts de ces fendillements, et ne présentent d'autres fissures que de grandes failles à peu près constamment verticales; au contraire, les bancs de calcaire exempts d'imprégnation qui leur sont supérieurs ou inférieurs, présentent tous les fendillements dont je viens de parler.

Ce point acquis, l'imprégnation est-elle contemporaine du phénomène de sédimentation auquel est due la formation du terrain jurassique? On peut sans se hasarder affirmer que non, car cette hypothèse ne serait admissible que dans le cas où l'on pourrait supposer que le bitume fût soluble dans le liquide qui tenait en suspension le calcaire; mais ce liquide était évidemment de l'eau, et l'eau ne dissout pas le bitume.

L'imprégnation est donc postérieure à l'époque du dépôt jurassique; on peut ajouter qu'elle est postérieure aussi à la formation des molasses vertes du terrain tertiaire, puisque les molasses sont imprégnées de bitume dans les mêmes conditions que le calcaire; mais elle est antérieure au dernier soulèvement; ces deux limites sont les seules qu'on puisse poser avec quelque certitude.

Maintenant, quel a été le mode réel d'imprégnation? Ici l'indécision commence et l'hypothèse prend son champ. Sans vouloir rien affirmer

qui puisse engager mon opinion définitive, je crois que la moins déraisonnable des suppositions serait la suivante :

Des amas gigantesques de végétaux ont pu être, aux époques géologiques, enfouis sous les couches de terrains successifs dans le voisinage des roches primitives; là, pendant un temps qu'il ne nous est pas permis de calculer, ils se sont trouvés exposés à la chaleur rayonnée, à travers l'écorce mal refroidie du globe par le foyer central. Sous l'action de cette chaleur, une combustion lente a eu lieu, soumise à une pression de milliers d'atmosphères; un jour, grâce à une des dislocations fréquentes de l'écorce terrestre, une fissure, ou une série de fissures, a donné issue à la vapeur emprisonnée, et celle-ci s'est échappée avec une violence proportionnelle à la force qui la retenait. Cette vapeur, si longtemps en contact avec la matière végétale qui lui avait donné naissance, s'était chargée de substances bitumineuses qu'elle a laissées en passant dans les bancs de calcaire en les imprégnant.

Le résidu fixe de cette gigantesque distillation n'est pas autre chose que la houille.

Dans quelles circonstances particulières le phénomène a-t-il eu lieu? Par quels orifices la vapeur s'est-elle échappée? Comment se fait-il qu'elle ait imprégné des bancs intermédiaires, sans toucher aux supérieurs, ni aux inférieurs? Pourquoi dans les environs de certains bassins houillers ne trouve-t-on pas trace d'asphalte, et pourquoi dans les environs de presque tous les gisements d'asphalte ne trouve-t-on pas trace de houille? Ce sont là autant de questions qui constituent l'inconnue du problème que je viens d'exposer. Il n'est pas impossible d'en résoudre quelques-unes. Ainsi, il est d'observation que les bancs imprégnés sont généralement d'un grain plus tendre[1]; que les bassins houillers d'Autun, de Buxière-la-Grue et d'autres renferment des schistes très-bitumineux; que dans le voisinage des gisements d'asphalte, le terrain secondaire est tellement épais, qu'on n'est presque jamais parvenu à l'étage où doit se trouver la houille, si elle existe; mais, je le répète, la question n'est pas mûre pour la discussion, et je la réserve, en ne donnant ce qui précède que comme un simple jalon.

J'ajouterai, à titre de document, le rapprochement suivant, pour indiquer quelles ont dû être les transformations effectuées dans l'opération souterraine dont je viens de parler, si tant est qu'elle ait eu lieu suivant mon hypothèse.

| | Cellulose. | | Houille. | | Bitume de Bonchelbron. |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbone | 44.44 | — | 89.31 | — | 87.00 |
| Hydrogène | 6.18 | — | 4.92 | — | 11.20 |
| Oxygène | 49.38 | — | 5.77 | — | 1.80 |
| | 100.00 | | 100.00 | | 100.00 |
| | (M. Regnault.) | | | | (M. Boussingault.) |

1. Ce qui est facile à constater lorsque, par place, le banc d'asphalte n'est pas complétement imprégné.



### 5° Composition chimique.

La composition chimique de l'asphalte est variable, en ce qui concerne les proportions de calcaire et de bitume; qualitativement, elle est à peu près identique partout.

Les variétés très-pures, comme celles du Val-de-Travers et de Seyssel, ne renferment exactement que du carbonate de chaux et du bitume, dont la composition est indiquée au paragraphe précédent.

Les variétés moins parfaites, celles par exemple qui, comme les calcaires bitumineux d'Auvergne, ont été imprégnées sous l'action de phénomènes volcaniques, contiennent, en outre, les principes répandus dans les terrains avoisinants, tels que : argile, silice, magnésie, sels de fer, etc.; les minerais d'Auvergne ont en outre des traces d'arsenic. On ne peut donc donner d'une manière rigoureuse la composition d'un calcaire asphaltique. Chaque gisement peut présenter des proportions particulières.

En thèse générale, on peut dire que plus le calcaire imprégné est exempt de matières étrangères, meilleur il est.

### 6° Dosage.

On a rarement à faire l'analyse chimique qualitative d'un minerai bitumineux, les gisements d'asphalte étant peu nombreux et la composition du minerai de chacun d'eux étant parfaitement connue.

En revanche, on peut avoir souvent à déterminer la proportion de bitume entrant dans la composition d'un échantillon. Ce dosage a besoin d'être fait, la plupart du temps, par des personnes étrangères aux pratiques de la chimie; il importe donc que l'opération soit aussi simple que possible. Voici la méthode que je conseillerais de suivre, et qui s'applique d'ailleurs à tout produit bitumineux[1].

Supposons qu'on ait à déterminer la quantité de bitume renfermé dans un échantillon de calcaire ou de sable bitumineux, ou même de mastic asphaltique. On procède de la manière suivante :

On réduit en poudre fine une certaine quantité de minerai (200 grammes, par exemple), que l'on purge de son eau en l'exposant dans un courant d'air à une température supérieure à 110° mais inférieure à 150°. Au-dessus de 150° le bitume pourrait être modifié par la vaporisation de certaines huiles essentielles.

Après avoir bien brassé cette poudre on en prend un poids de 100 grammes que l'on met dans un verre à pied, et sur lesquels on verse 100 grammes environ de sulfure de carbone pur (le sulfure de carbone impur renferme de l'acide sulfhydrique, qui peut attaquer le calcaire, ou du soufre qui peut se mélanger à lui et vicier la pesée).

1. Sauf cependant quelques variétés de schiste et de boghead pour lesquelles elle ne réussit pas complétement.

On agite le mélange avec une baguette de verre, puis on laisse reposer un instant, après quoi on verse le sulfure de carbone chargé de bitume dans un filtre pesé d'avance et placé dans un entonnoir, au-dessus d'une éprouvette à pied.

On verse dans le verre une nouvelle dose de sulfure pur, on agite avec le calcaire incomplétement lavé par la première dose, on laisse reposer, puis on décante encore dans le filtre.

On procède ainsi jusqu'à ce que le calcaire restant dans le verre soit complétement blanc et que la dernière dose de sulfure ajoutée n'ait pris aucune teinte brune.

On laisse alors sécher le calcaire, on attend également que toute la dissolution ait traversé le filtre.

Quand tout est bien sec, ce qui arrive promptement, l'évaporation du sulfure de carbone étant très-rapide, on pèse le filtre avec le calcaire lavé, et, en déduisant le poids du filtre précédemment constaté, on obtient le poids du calcaire lavé, et par différence, le poids du bitume enlevé par le sulfure de carbone.

Il est superflu d'ajouter que le verre et l'agitateur doivent être soigneusement nettoyés, en un mot, qu'aucune parcelle de calcaire lavé ne doit être distraite de la pesée.

Voici un exemple de dosage qui pourra résumer ce qui vient d'être dit :

*Avant l'opération.*

| | | |
|---|---|---|
| Poids du calcaire bitumineux, mis en poudre............... | 100 gr. | » |
| Poids du filtre.................................... | 3 | 15 |
| | 103 | 15 |

*Après l'opération.*

| | | |
|---|---|---|
| Poids du filtre et du calcaire lavé........................ | 92 gr. | 17 |
| A déduire le poids du filtre constaté plus haut.............. | 3 | 15 |
| Reste le poids du calcaire lavé............. | 89 | 02 |

D'où la proportion de bitume : 8.90 pour 100.

On peut vérifier l'exactitude de l'opération en faisant évaporer au bain-marie d'eau chauffée à 70° le sulfure de la dissolution ; le sulfure de carbone se vaporisant à 48°, le bitume reste comme résidu, et son poids constaté doit reproduire celui accusé par le dosage différentiel.

LÉON MALO.



# SAVONNERIE

## ANNEXÉE A UNE FABRIQUE DE BOUGIES STÉARIQUES.

---

### Usines de la PROVIDENCIA construites à San-Sebastian

(Espagne.)

(STÉARINERIE, FABRIQUE DE BOUGIES, SAVONNERIE [1])

PAR M. **LÉON DROUX**, ingénieur à Paris.

(Planches XLII et XLIII.)

---

Dans la fabrication de l'acide stéarique destiné à être moulé en bougies, on produit une quantité d'acide oléique environ égale à celle de l'acide stéarique.

Les principaux emplois de l'acide oléique (matière grasse liquide) sont l'ensimage des laines avant la filature et la fabrication des savons. En France, beaucoup d'usines transforment en savon l'acide oléique qu'elles obtiennent. A l'étranger, elles ont presque partout annexé des savonneries à leur fabrication d'acide stéarique et de bougies.

Le savon d'acide oléique, connu à peine depuis vingt-cinq ans, a remplacé dans presque toutes ses applications le savon de Marseille; il se trouve maintenant avoir acquis sur tous les marchés une même faveur que ce dernier. Dans certains cas, le savon d'acide oléique pur est même préféré au savon blanc de Marseille, car sa dissolution dans l'eau s'opère plus facilement et reste plus limpide, tandis que ses qualités comme matière détersive et comme neutralité absolue d'alcali lui sont égales.

Les procédés employés à la fabrication du savon de Marseille sont à peu près ceux qui donnent le meilleur résultat dans la préparation des savons d'acide oléique : l'empâtage seul varie sensiblement.

Nous ne voulons pas entrer ici dans les détails de la fabrication des savons, notre but est simplement d'indiquer quelles doivent être les dispositions d'une savonnerie destinée spécialement à la fabrication des savons d'acide oléique, et annexée à une fabrique de bougies stéariques. Nous avons pris pour type celle que nous venons de construire en Espagne pour la compagnie *la Providencia* (J. Lizariturry et Cie, de San-Sebastian).

L'ensemble de l'usine (stéarinerie, fabrique de bougies, savonnerie)

1. Nous publierons prochainement les autres parties des usines de *la Providencia*, stéarinerie, fabrique de bougies, etc.



forme un T dont la branche principale contient la stéarinerie proprement dite. La branche droite est destinée à la fabrique de bougies, celle de gauche à la savonnerie.

Pour la facilité des opérations, la savonnerie a été divisée en deux étages; une partie du rez-de-chaussée et du sous-sol forme les réservoirs dans lesquels s'écoule l'acide oléique au sortir des presses. Le reste contient les pieds des chaudières à savon, les bacs à lessive de recuit, les mises à savon et le calorifère.

Le premier étage auquel on accède par un escalier central contient la savonnerie proprement dite, au fond les bacs à lessive, ensuite les chaudières, puis les mises à savon et les appareils de découpage.

Les lessives y sont préparées à la vapeur et dans un système de jeux de bacs placés de niveau. Les chaudières à savon y sont chauffées par la vapeur engendrée dans le générateur commun à toute l'usine.

Les planches XLII et XLIII indiquent tous les détails de la construction de cette savonnerie[1]:

La fig. 1, planche XLII, donne le plan du rez-de-chaussée.

La fig. 2, planche XLII, donne celui du 1er étage.

La fig. 1, planche XLIII, indique la coupe en long de l'ensemble de la savonnerie, rez-de-chaussée et 1er étage.

Les fig. 2, 3 et 4 donnent les détails du serpentin.

Dans ces deux planches, les mêmes lettres indiquent les mêmes objets.

A, B, C, D, E, sont cinq *bacs* en tôle pour la préparation des lessives. Leurs dimensions sont indiquées au plan.

Le 1° A est garni d'un double tube en fer creux percé de petites ouvertures à travers lesquelles s'injecte la vapeur quand on ouvre le robinet *r*. Il sert au chauffage des petites eaux et à la dissolution du sel de soude.

Le dernier bac E possède une large douille en fonte S qui permet l'écoulement de la chaux lavée. On ferme cette ouverture avec un simple tampon en bois. Sur ce dernier bac arrive un conduit d'eau *e* en communication avec le réservoir général de l'usine.

En dessous des bacs, et séparés par de gros murs qui entretiennent une température constante et inférieure à celle des ateliers, se trouvent cinq *bassins* en maçonnerie, construits au-dessous du niveau du sol. C'est dans ces bacs (atelier O) que s'écoule et que se filtre l'acide oléique provenant de la stéarinerie. Une pompe *p* sert à remonter cette matière grasse dans un réservoir jaugé *m*, placé dans la charpente et au-dessus du niveau des chaudières à savon. Ce réservoir est gradué de façon à ce qu'un flotteur indique la quantité d'huile qu'il contient.

Les *chaudières à savon*, au nombre de deux et d'égales dimensions, reposent sur des massifs en maçonnerie et viennent dépasser le niveau du plancher du 1er étage d'environ 0m,85. Elles sont en tôle; leurs formes et

1. Le graveur n'a pas réduit les deux plans et la coupe longitudinale dans les mêmes proportions. Le lecteur aura l'obligeance d'observer que les plans et la coupe devraient avoir la même échelle.

dimensions sont indiquées aux plans en M. Leur contenance est calculée de façon à saponifier 2,000 à 2,500 kilog. d'acide oléique par chaque opération. Une enveloppe en maçonnerie les protége contre l'action de l'air qui viendrait en refroidir les parois.

Un gros robinet *l*, placé latéralement, permet de faire couler directement la pâte du savon dans les mises du rez-de-chaussée.

Ces chaudières sont chauffées par la circulation de la vapeur dans un tube en fer de 60 millimètres extérieur contourné en serpentin et maintenu fixe dans le fond de la chaudière,

Ces *serpentins* exigent beaucoup de soin dans la construction des raccords; les joints y sont impossibles, car la lessive dissout ou ronge les matières ordinairement employées pour servir de lut. Quand les raccords à vis sont bien faits et que le nombre de filets de la vis engagés est suffisant, le joint peut être bon; mais il est toujours prudent de faire braser ces raccords une fois les manchons serrés. Ces brasures sont difficiles à exécuter et demandent à être faites par un habile chaudronnier.

Les figures 2, 3 et 4, planche XLII, donnent les détails du serpentin.

Ce serpentin doit être formé d'au moins 12 mètres de tubes; du reste, plus le nombre et le diamètre de ces tubes sera grand, plus on obtiendra de surface de chauffe. Il faut prendre soin de le maintenir par des travers boulonnés, et de le supporter également dans le fond de la chaudière; sans ces précautions, la dilatation ferait briser les joints.

L'entrée et la sortie de la chaudière se font généralement du même côté (fig. 2).

Le passage du tuyau de vapeur, entrée ou sortie, à travers les parois de la chaudière, présente quelques difficultés d'exécution qui, dans la plupart des usines, ont mis dans la nécessité de faire remonter les tuyaux à travers la chaudière même.

Cette disposition est mauvaise, car le savon se brûle au contact des tubes de vapeur, c'est la lessive *seule* et par conséquent la partie inférieure de la chaudière qui doit recevoir la chaleur.

J'ai vu dans plusieurs usines les joints placés *bout à bout* ne jamais tenir pendant la durée de deux cuites.

La fig. 4 indique la disposition que j'ai adoptée et qui permet de construire un joint solide. A chacune de ses extrémités, le serpentin *S* se trouve rétréci, puis muni d'un léger renflement *r* sur lequel on pratique un pas de vis.

Une bride *b*, tournée, placée à chaud et brasée, vient faire corps avec le serpentin à l'endroit même où il doit traverser la paroi de la chaudière. Une contre bride extérieure *b'* et quatre boulons permettent de faire le joint du dehors. Ce joint est garni d'un mastic spécial.

Pour placer le serpentin, on l'incline légèrement dans la chaudière jusqu'à ce que ses deux extrémités coniques viennent traverser les deux ouvertures de la paroi, puis l'on serre les boulons qui rapprochent et maintiennent les brides *b*, *b'*.

Le serpentin de chauffage se trouve ainsi complétement indépendant

des tuyaux de vapeur qui viennent se raccorder extérieurement à l'entrée comme à la sortie, au moyen d'un écrou en bronze R.

Le joint de la chaudière mal fait permettra bien l'écoulement de la lessive; mais, avec cette disposition, la vapeur libre ne pourra jamais se mélanger à la pâte du savon, et ni la lessive ni le savon ne pourront jamais pénétrer dans le serpentin, inconvénients graves dans les deux cas.

Le *robinet d'entrée* de la vapeur est placé en $r'$ à la portée du savonnier; il doit pouvoir se manœuvrer du plancher de la chaudière, afin d'arrêter instantanément une ébullition trop vive ou un débordement de la chaudière. Il correspond avec un tuyau descendant *extérieurement* jusqu'à l'entrée du serpentin.

A la sortie, j'ai remplacé le robinet, toujours si difficile à régler, par un appareil $x$, dit *extracteur d'eau condensée*, construit par M. Blondel de Rouen. Cet appareil, décrit déjà plusieurs fois, consiste en un levier agissant sur un robinet à travers lequel s'écoule l'eau condensée.

Il permet donc de soutenir continuellement une pression de 5 atmosphères dans le serpentin, tout en évacuant l'eau condensée sous pression.

Cet appareil fonctionne seul, sans que le savonnier ait jamais à s'en préoccuper, et doit être appliqué à chaque chaudière à savon, à moins que la vapeur ne retourne dans le générateur, ce qui exige une organisation spéciale.

Sous chaque chaudière, et en partie enterré dans le sol, se trouve en N un bac en tôle, dit *bac aux vieilles lessives*. Il est destiné à recevoir les lessives d'épinage qui s'écoulent de la chaudière par le robinet $m$ pratiqué dans le fond de la chaudière.

Ces bacs, dont les dimensions sont indiquées aux plans, ne sont qu'en partie engagés sous les chaudières, et saillissent en dehors de leur grand cercle de façon à ce qu'on puisse, à l'aide de la cuillère droite à long manche, *poidou*, remonter les lessives à travers une trappe $n$ pratiquée dans le plancher.

A la suite des chaudières, sur le plancher, comme au rez-de-chaussée, se trouvent les *mises à savon* ou caisses en bois doublées de tôle, figurées en S.

Ces mises sont formées de cadres en bois garnis intérieurement d'une feuille mince de tôle qui, tout en les rendant plus légers, permet encore au savon de se refroidir plus promptement, la tôle étant meilleure conductrice de la chaleur que le bois.

Ces cadres, assemblés et maintenus au moyen de boulons munis d'écrous à oreilles, sont montés sur une table de bois doublée en tôle formant le fond de la mise.

Avant d'y couler la pâte, on peut préparer dans le fond des mises quelques fils de fer qu'il suffit ensuite de soulever pour couper le savon en gros pains, qui sont ensuite découpés en briques sur la table placée en T.

Après avoir été exposées à l'air pendant deux ou trois jours, les briques de savon sont découpées en morceaux à l'aide du découpoir P.

Les morceaux de savon, réglés au poids voulu, sont ensuite séchés

dans une des étuves Z, puis estampés dans la machine X et enfin mis en caisses.

Dans presque toutes les usines, les morceaux de savon, avant d'être estampés, sont mis à sécher dans des étuves ou chambres chaudes généralement mal disposées. La chaleur seule ne peut sécher un pain de savon ; un courant d'air est indispensable, et la dessiccation s'opérera d'autant mieux et d'autant plus vite que ce courant d'air sera plus actif. Dans les chambres chaudes ordinaires qui exigent une assez grande main-d'œuvre et beaucoup de combustible, j'ai pu constater que des pains de savon attendaient 5 à 6 jours avant d'être en état de recevoir l'estampille, tandis que dans un séchoir bien disposé, 4 à 6 heures suffisent. Le séchoir à courant d'air n'occupe en outre qu'un très-faible espace, puisqu'il peut se placer dans 4 à 5 mètres carrés. Il se compose d'un calorifère *c* construit au rez-de-chaussée de l'usine et surmonté d'une double étuve Z de niveau avec le plancher du 1er étage. Dans chacune de ces étuves, dont la section a environ 1 mètre carré, se trouvent 15 à 16 claies mobiles sur lesquelles reposent les pains de savon. Des registres permettent de faire passer le courant d'air chaud dans l'une ou l'autre de ces étuves, de façon à ce que l'une travaille tandis que l'autre est en chargement ou en déchargement.

Chaque claie mobile sur des glissières, est chargée près de la machine à découper P, pour, la dessiccation des pains de savon accomplie, être rapportée près de la machine à marquer X.

La cheminée du calorifère passe entre les deux séchoirs, et sert en même temps à former appel pour extraire l'air qui s'est chargé d'humidité dans les étuves. L'air pris dans la cour entre par l'ouverture *o*, s'échauffe sur la cloche et le long de la cheminée montante du calorifère, traverse les claies chargées de pains de savon, et les desséche en s'emparant d'une portion de leur humidité pour venir sortir par la cheminée *f*.

Chaque étuve reçoit 12 claies contenant chacune 100 morceaux de savon, soit en totalité 1,200 morceaux ou 12 caisses.

La plupart des savonneries sont construites de plain-pied ; il faut alors enterrer les chaudières dans le sous-sol et construire des caves dans lesquelles la surveillance n'est pas toujours facile.

La disposition que nous avons adoptée permet au contraire d'éviter ces inconvénients. L'ensemble de la construction de l'usine n'entraîne pas à une dépense plus considérable que dans le vieux système des caves, et procure le grand avantage de toujours permettre une vérification facile de tous les appareils de l'atelier.

La position des bacs à lessive au 1er étage favorise en outre l'écoulement des chaux lavées à l'aide d'une simple bonde de fond.

Léon DROUX,
Ingénieur civil.

---



# DIMENSIONS PRINCIPALES
## DE QUELQUES LOCOMOTIVES ANGLAISES.

(Voir la planche XLI),

PAR M. JULES MORANDIÈRE,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS.

---

M. Jules Morandière a présenté à la Société des ingénieurs civils un mémoire sur *l'exploitation et le matériel des chemins anglais en 1865*, et nous avons publié dans les *Annales du Génie civil*, 5e livraison page 348, quelques faits remarquables extraits de ce mémoire.

Le travail complet de M. Morandière forme un volume in-8° de 90 pages[1] accompagnées d'un grand tableau et de cinq planches renfermant un grand nombre de figures qui représentent des modèles de locomotives, avec de nombreuses figures de détail concernant l'exploitation des chemins anglais.

Nous détachons de ce mémoire et nous publions planche XLI le *tableau des dimensions principales de quelques locomotives anglaises*. L'auteur a eu soin de comprendre dans ce tableau quelques machines anciennes comme points de comparaison. Les numéros indiqués dans la première colonne de ce tableau, renvoient aux planches publiées dans le mémoire de M. Morandière. Nous chercherons à suppléer à ces planches par les notes suivantes qui renferment par numéro d'ordre la description des systèmes et types des machines et tenders (avec leurs principales particularités) indiquées dans le tableau des dimensions auquel nous prions les lecteurs de se reporter.

### § 1. — *Machines à roues indépendantes.*

1. Machine dont la disposition est indiquée plus loin (n° 18); bâtis mixte, cylindre extérieur légèrement incliné, distribution intérieure à coulisse simple, renversement excentrique spécial pour la pompe. Ces machines ont reçu depuis un petit dôme à l'avant. Le régulateur est près de la boîte à tiroirs. L'essieu d'avant a quatre fusées chargées par deux ressorts extérieurs et un ressort transversal à l'intérieur. Foyer à bouilleur transversal, en cuivre bossé.

2. Machine du type ordinaire anglais, sauf les différences suivantes : mécanisme de distribution entre la roue et le châssis extérieur, cylindre et tiroir en avant du premier essieu, de manière à mettre le tiroir à peu près extérieur. Coude de l'essieu tout près de la roue, et deux longerons intérieurs placés intérieurement aux manivelles. Chaudière fortement ovalisée, grand dôme au milieu.

3. Machine du type ordinaire anglais, avec ressorts de suspension compensateurs : depuis ils ont été ramenés à la disposition ordinaire, c'est-à-dire au-dessus

1. En vente à la Librairie des Ingénieurs civils, quai Malaquais, 15, prix 4 francs.



du longeron, avec un balancier entre le ressort avant et le ressort milieu. Bouilleur transversal dans le foyer. (Exposition de 1851.)

4. Cylindre intérieur, bâtis intérieur. Rappelle la disposition générale de la machine (mentionnée plus loin n° 16); les tiroirs placés entre les cylindres ont leur axe légèrement incliné au-dessus de l'axe de ceux-ci, disposition imitée de Bury. Bouilleur longitudinal Crampton.

5. Distribution à coulisse renversée. Bouilleur transversal dans le foyer. Une soupape avec ressort fixe, l'autre chargée par une balance.

6 Machine faite pour l'exposition de 1851, et pour montrer que sur la voie étroite les machines pouvaient atteindre des proportions aussi grandes que sur la voie large. Chaudière très-ovalisée. Foyer tourmenté, faisant saillie sous les essieux d'arrière et d'avant. Ce type n'a pas été imité, et cette machine a même dû être démolie.

7. Bâtis mixte. Excentrique spécial pour la pompe. Coulisse simple ordinaire. Foyer à bouilleur longitudinal Crampton. Ressort transversal à l'arrière.

8 Petite machine du type ordinaire anglais. Dôme avec soupapes, au milieu.

9. Machine du même genre que la précédente. Dôme au milieu avec soupapes. Bouilleur longitudinal Crampton.

10. Tendérisation des anciennes machines du Great-Western pour le service des embranchements.

11. Essai d'installation sur la voie étroite de la machine du Great-Western, n° 5. Pour abaisser le centre de gravité, on avait rapproché les coudes des essieux du corps de la roue, comme dans la machine n° 2, en mettant les longerons intérieurs entre les coudes, et rejetant la distribution entre la roue et le longeron extérieur. Le tiroir se trouvait alors faire saillie entre les roues d'avant, ce qui augmentait beaucoup l'entraxe extrême et avait amené l'adoption d'un avant-train américain.

Une seule machine a été exécutée sur ce type, et quoiqu'elle ait fonctionné d'une manière satisfaisante, on a étudié et adopté comme simplification la machine suivante :

12. Type ordinaire anglais, avec grand foyer Cudworth à bouilleur longitudinal reporté sur l'essieu d'arrière. En même temps, l'essieu d'avant a été énormément avancé, de manière à obtenir une bonne répartition. Le Chemin du Nord français possède un exemplaire de ce type.

13. Type de Stephenson, à châssis intérieur, cylindre extérieur et troisième essieu derrière le foyer. Cette machine a été un des premiers types de machine express à cylindre extérieur d'une construction simple et robuste, et a beaucoup contribué à ramener l'opinion en faveur des cylindres extérieurs. Boîte à feu de forme Crampton. Trémie à flammèches. Changement de marche à vis. Soupapes chargées directement par un ressort commun. Ressort en spirale pour l'essieu d'arrière.

14. Grande machine express faite à peu près à la même époque que la précédente, analogue à notre type Buddicom; cylindres horizontaux. La charge sur l'essieu moteur est excessive. Le grand diamètre des roues motrices a pour but d'obtenir une marche lente du mécanisme, même aux plus grandes vitesses. Contrepoids en croissant. Ressort moteur au-dessous de la boîte à graisse.

15. Machine pour la voie espagnole de $1^m,68$; bâtis mixtes, cylindre extérieur sur le type de Wilson, de 1849. Distribution à coulisse rectiligne d'Allan.

16. Machine des ateliers de Wolverton de la section sud du London et North-Western, avec grand foyer à bouilleur longitudinal et chambre à combustion (système de M. Mac-Connel). Tubes très-courts. Centre de gravité très-élevé. Il n'existe que trois machines sur ce modèle, dont une a figuré à l'exposition de 1862.

17. Machine du type ordinaire anglais, avec foyer Cudworth, et bouilleur longi-



tudinal; longeron extérieur composé d'une seule feuille de tôle avec plaques de garde rapportées. Tuyau conduisant au tender une partie de la vapeur de l'échappement. Une pompe, un giffard.

18. Machine du genre n° 1. Changement de marche à vis de la machine n° 13. Foyer ordinaire, un peu sur l'essieu d'arrière. Coulisse renversée. C'est d'un lot de machines de ce type que le Creusot s'est rendu adjudicataire, et qu'il achève en ce moment la construction (juin 1866).

§ 2. — *Machines à quatre roues couplées.*

19. Machine mixte pour trains de marchandises. Bâtis intérieur. Cylindres intérieurs. Tiroirs au-dessus des cylindres. Régulateur à double siége. Ressort d'arrière en travers. Arrangement du foyer, système Jenkins, avec auvent en fonte remplaçant l'arche en brique.

20. Tout à fait semblable à la machine n° 34 (voir plus loin).

21. Machine-tender pour le chemin de ceinture North-London. Bâtis intérieur pour les roues motrices, extérieur pour l'avant-train américain. Balancier entre les roues d'arrière. Cylindres légèrement inclinés. Grand dôme à l'avant avec soupape. A servi de base à la machine n° 33.

22. Machine pour la grande vitesse sur la large voie, paraissant être la première machine avec roues de $2^m$, 13, couplées. La chaudière est la même que pour la machine n° 5. Bâtis intérieur. Cylindres intérieurs. Coulisse renversée de Gooch. Registre à jalousies dans la boîte à fumée.

Dans les machines mixtes récentes pour la voie large, construites en 1864, on a diminué un peu toutes les dimensions, et on n'a mis que six roues. On a obtenu alors des machines analogues à celle du n° 17.

23. Machines pour les trains de marchandises pour le Scotish central, qui présente des courbes assez prononcées; c'est pour cela que M. Allan a renoncé à l'accouplement des trois paires de roues; il a alors combiné l'accouplement des roues d'avant avec des cylindres extérieurs et un bâtis intérieur. Première machine avec coulisse rectiligne d'Allan; l'axe des tiroirs est incliné afin d'éviter l'essieu d'avant. Régulateur type de Bury.

24. Machine mixte adoptée par M. Sinclair pour les marchandises, sous le prétexte que l'accouplement de la troisième roue donne un surcroît de résistance trop considérable, remorquant 300 tonnes sur lignes assez accidentées. Le grand diamètre des roues a été adopté pour avoir un mouvement lent du mécanisme, et on espère par là une meilleure utilisation de la vapeur; il permet aussi d'appliquer cette machine au service des voyageurs. Cylindre extérieur. Bâtis intérieur. Coulisse renversée, système D. Gooch. Balancier de suspension entre les roues d'arrière. Rondelles de caoutchouc interposées entre les tiges de suspension et les extrémités des ressorts. Régulateur, système Bury.

Les premières machines de ce type, faites en 1859, avaient à l'arrière une plateforme en fonte pour ramener la charge sur les roues d'arrière; depuis on l'a remplacée par une caisse à eau, puis définitivement on est revenu à la plate-forme en fonte, notamment dans les machines de ce type qui ont été données à construire au Creusot, en même temps que la machine express n° 18.

25. Anciennes machines mixtes pour marchandises du Grand-Junction; type de Crewe, bâtis mixte (semblable au n° suivant). Tendérisées par l'addition de caisses à eau latérales et d'une caisse à charbon à l'arrière; le régulateur est dans le genre de Bury, seulement vers l'arrière. La suspension d'arrière est faite au moyen d'un ressort transversal, dont les lames sont plus larges au milieu qu'aux extrémités : les extrémités reposent également sur des ressorts intermédiaires en caoutchouc.

26. Machine pour grande vitesse. Bâtis intérieur; les plaques de garde pour



l'essieu d'avant sont à l'intérieur; mais outre les ressorts intérieurs, il y a deux fusées et deux ressorts extérieurs rattachés aux glissières, sans plaque de garde. Distribution avec la coulisse rectiligne d'Allan, chaudière système de M. Béattie et à entretoises creuses. Dans quelques machines, la plate-forme d'arrière est en fonte, dans d'autres il y a sous la plate-forme une petite caisse à eau également en fonte. Dans les nouvelles machines, la coulisse d'Allan est simple au lieu d'être double.

27. Bâti intérieur pour les roues motrices, extérieur pour l'avant-train américain. Cylindres extérieurs, contre-manivelle Crampton et distribution extérieure à coulisse renversée. Foyer Cudworth.

28. Appropriation de la machine n° 15 à l'accouplement de la roue d'arrière, a été très à la mode vers 1849, n'est plus usitée maintenant que par Beyer-Peacock. Bâti mixte, cylindre intérieur. Coulisse simple à points d'attache par derrière, suspendues par le milieu; le foyer, dissimulé par l'enveloppe, paraît être de forme Crampton, tandis qu'il est de forme ordinaire, mais très-peu plus grand que le corps cylindrique.

29. Les détails de cette machine sont conformes à ceux généralement adoptés dans les machines à large voie du Great-Western. Foyer à bouilleur transversal, incliné vers l'arrière.

30. Machine-tender à huit roues et avant-train mobile. Les deux paires de roues d'arrière sont motrices, les cylindres extérieurs inclinés avec tiroir et distribution intérieure, bâti simple. Caisses à eau latérales, et soute à charbon en travers sur l'arrière. La boîte à fumée porte un registre à persiennes, et l'avant du cendrier est muni d'un registre. L'échappement peut être entièrement dirigé dans les caisses à eau, et celles-ci portent une petite cheminée pour dégager la vapeur quand l'eau est trop chaude : les bâches contiennent en tout $4^{t}\ 1/2$ d'eau et on peut marcher environ huit kilomètres en condensant toute la vapeur dépensée, mais alors l'eau est tellement chaude qu'il faut en rejeter une partie au moyen d'un large clapet de décharge établi *ad hoc* vers l'arrière, puis renouveler l'approvisionnement. La machine est munie de deux pompes et d'un injecteur giffard.

Comme autres détails, on remarque : le foyer à charbon qui est assez long ($1^{m},80$) et avec une grille inclinée; des balanciers de suspension entre les ressorts des roues d'arrière. Un revêtement en bois sur les parois de la caisse à eau qui entourent la place du mécanicien afin d'empêcher le rayonnement du tender; les paniers d'introduction d'eau qui se ferment hermétiquement en appuyant sur le couvercle par un levier et une vis. La sablière située au-dessus du corps cylindrique.

31. Petite machine mixte du type ordinaire, tendérisée par l'addition de caisses à eau latérales et d'une caisse à charbon à l'arrière. Foyer Cudworth.

32. Le but de cette disposition est d'avoir la caisse aux approvisionnements d'une seule pièce de chaudronnerie, vers l'arrière, et de ne pas décharger les roues motrices quand elle se vide; par contre, il faut incliner les cylindres.

Le Great Northern possède depuis longtemps des machines du même genre qu'il a obtenues par tendérisation d'anciennes petites machines de Sharp, à châssis extérieur, à roues indépendantes ou à roues couplées à l'avant, et qu'il affecte aux services d'embranchements et de banlieue.

Le London-Chatam-Dover et le Great-Northern viennent de mettre en service des machines calquées sur ce type, et où l'essieu se déplace dans des glissières inclinées du système Bridges-Adam (pareil au système E. Roy), afin de passer facilement dans des courbes de grand rayon.

Tout récemment le South-Eastern a reproduit son type, mais en agrandissant la caisse aux approvisionnements et remplaçant l'essieu unique d'arrière par un truck mobile américain, à quatre roues, chargé par le pivot central.

33. Machine faite en partant du type n° 21 ; même disposition générale. Chaudière agrandie, foyer Crampton, soupapes Ramsbottom, dômes au milieu. Caisses à eau plus hautes. Sablière modèle allemand. Rondelles de caoutchouc interposées entre le longeron extérieur de la machine et celui de l'avant-train.

34. Machine mixte (type ordinaire anglais (Sharp) (n° 16). Bâti extérieur et longeron intérieur portant des plaques de garde pour la roue motrice. Dans beaucoup de machines analogues on a, pour ne pas rétrécir le foyer, arrêté le longeron intérieur au droit de celui-ci. Distribution intérieure avec coulisse droite simple, type de Hawthorn (analogue à celle de la machine n° 16 du Nord francais). Régulateur à tiroir, dans la boîte à fumée, commandé par le levier extérieur, qui se déplace dans un guide à hélice.

Les machines citées remorquent des trains express de huit à dix voitures à 40 milles à l'heure (64 kilom.), sur section, avec rampe de 1/100 (0,01 par mètre), avec une consommation moyenne de 6k,25 de gros charbon du South-Yorkshire. Elles ont une arche en brique dans le foyer.

35. Bâti extérieur. Cylindres horizontaux intérieurs, tiroirs entre les cylindres. Coulisse simple à points d'attache par-derrière. Levier de changement de marche remplacé par une vis. Glissières simples. Suspension d'arrière sur ressorts simples. Chaudière semblable à celle de la machine n° 13.

36. Machine très-bonne pour trains express sur section à rampes prononcées et à courbes de petits rayons (n° 7). Distribution du genre Hawthorn (pareille à celle de la machine n° 16 du Nord français). Le régulateur est un tiroir dans la boîte à fumée. L'adoption du foyer incliné, système Cudworth, a rendu la répartition du poids très-bonne.

37. Machine mixte tender pour trains de banlieue, par M. Sinclair, pour le Great-Eastern. L'eau est contenue dans des caisses placées l'une sous la plateforme du mécanicien, l'autre entre les roues motrices. Le combustible est dans la soute arrière. L'essieu d'avant est mobile suivant un arrangement du système Bissel, avec les points d'appui disposés en plans inclinés.

### § 3. — *Machines à six roues couplées.*

38. Type pour la large voie. Bâti intérieur. Troisième roue derrière le foyer comme dans le type (n° 42). Distribution à coulisse renversée de Gooch. Arrangement de détail généralement adopté pour les machines du Great-Western. Foyer à bouilleur transversal.

39. Machine sur le type n° 43. Bâti extérieur. Manivelles en porte-à-faux. Longeron intérieur avec plaques de garde et ressorts pour l'essieu moteur ; en général ce longeron s'arrête au foyer. Bouilleur transversal.

40. Machine Sphynx de Sharp, agrandissement du type Mammouth de Stephenson; première machine, portant la distribution introduite en France par MM. Gouin et Lloyd dans la machine *le Rhône*, forte machine à marchandises dont le type a été également adopté, de 1851 à 1855, pour la section Sud du London and North-Western; on lui a depuis préféré le type avec troisième essieu derrière le foyer, à cause de la grande vitesse des trains de marchandises, tant sur le Lancashire-Yorkshire-Railway que sur le London North-Western Railway. Les roues sont en fonte avec bandages en fer.

41. Type qui a succédé aux machines à foyer en porte-à-faux. Bâti intérieur, disposition analogue à celle de la machine n° 42; la plupart ont la chaudière Crampton; quelques-unes ont une chambre de combustion. Les premières, de 1857, ont la distribution du Sphynx, les machines plus récentes ont les tiroirs inclinés et au-dessus des cylindres.



42. Bâti extérieur. Cylindre intérieur. Glissières simples. Distribution de la machine mixte du même ingénieur (Voir n° 35). Même chaudière.

43. Bâti extérieur. Un longeron intérieur s'arrêtant au foyer comme dans la machine n° 30. Foyer Crampton. Coulisse simple. Guide carré.

44. Machine du type précédent, avec foyer Cudworth. Le longeron intérieur a toute la longueur de la machine; machine très-forte et bien répartie.

45. Machine destinée à desservir les rampes; l'eau est contenue dans un bât et le combustible est dans les rampes. Le frein à quatre patins agissant sur les rails, dans le système Seigna.

46. Tender moteur. Modification du n° 43; le foyer muni d'une grille inclinée a été allongé par-dessus l'essieu d'arrière et pourvu d'un bouilleur longitudinal. Un deuxième petit régulateur a été placé dans le dôme; le premier essieu du tender a été avancé afin de laisser place à deux cylindres intérieurs horizontaux. La vapeur est amenée par un tuyau qui vient depuis le dôme de la machine jusqu'au tender sans être soutenu en aucun point, et sa flexibilité est suffisante pour se prêter aux déplacements relatifs des deux véhicules. La vapeur qui a agi s'échappe à travers une sorte de condenseur de surface placé dans le tender, dont elle échauffe beaucoup l'eau. C'est pourquoi on a laissé les pompes ordinaires à la machine.

---

# REVUE DE CHIMIE PRATIQUE ET THÉORIQUE.

**Existence du silicium sous deux états dans la fonte.** — M. Phipson[1] a constaté que le silicium, comme le carbone, existe dans les fontes sous deux états différents, savoir : $aSi$ et $bSi$, et que la prédominance de l'une ou de l'autre de ces formes, dans un échantillon donné, exerce une grande influence sur la qualité du fer surtout lors de sa conversion en acier par le procédé Bessemer.

Dans toutes les fontes qui donnent facilement de l'acier par ce procédé, c'est le $bC$ (ou graphite) qui domine, et la même règle semble applicable au silicium. Il n'y a que les fontes qui contiennent une forte proportion de $bSi$ ou plutôt une très-faible proportion de $aSi$ qui puissent être transformées en acier par la méthode Bessemer, avec quelques succès.

M. Phipson analysa trois échantillons de fonte présentant une composition en centièmes, presque identique. Cependant, dans la pratique, le premier donne un acier assez bon, le second fournit un acier très-mauvais et très-dur, et le dernier donne un acier si mauvais qu'on ne peut pas le travailler du tout. L'analyse montra que l'augmentation progressive du $aSi$ (silicium combiné) correspondait précisément à la qualité de plus en plus inférieure de la fonte pour la production d'acier.

**Poudre d'or pour la dorure sur verre et sur porcelaine.** — L'or en poudre obtenu par la précipitation du chlorure d'or au moyen du sulfate de fer, de même que celui qu'on obtient comme résidu insoluble de l'attaque d'un alliage d'or et d'argent par l'acide azotique n'est pas suffisamment divisé pour être employé avec avantage pour la dorure sur verre et sur porcelaine.

Le meilleur moyen est la précipitation de l'or par l'acide oxalique, mais à la con-

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LX, p. 1030.

dition d'opérer à froid et avec des liqueurs alcalines. M. Brescius[1] conseille de suivre méthode suivante :

On dissout 120 grammes d'or dans un mélange de 500 grammes d'acide azotique d'une densité de 1,2, avec 1,000 grammes d'acide chlorhydrique d'une pesanteur spécifique de 1,12. D'un autre côté, on dissout 360 grammes de carbonate de potasse aussi pur que possible, dans 5 à 6 fois son poids d'eau pure. On sursature graduellement la solution acide de chlorure d'or par la liqueur alcaline en opérant dans une très-grande capsule en porcelaine pour éviter les pertes par débordement. On étend le tout de 4 litres d'eau et l'on ajoute une solution saturée et froide de 500 grammes d'acide oxalique.

Cette addition d'acide oxalique doit également être faite avec précaution à cause du dégagement d'acide carbonique. On agite la liqueur d'une manière continue avec une baguette de verre, mais en ayant soin de ne point frotter les parois de la capsule, parce que le précipité d'or y adhérerait assez fortement. L'or se précipite sous forme d'une poudre noirâtre, spongieuse, qu'on lave avec soin et qu'on dessèche d'abord lentement à une douce chaleur, puis en chauffant plus fortement. Cette poudre d'or, appliquée d'après les procédés connus sur le verre ou sur la porcelaine, a toujours donné d'excellents résultats.

Pour éviter le dégagement si gênant de l'acide carbonique, il nous paraît plus rationnel de commencer par évaporer la dissolution d'or, au bain-marie, jusqu'à consistance sirupeuse, de manière à chasser tout l'acide en excès; d'étendre ensuite d'eau, d'ajouter d'abord une solution de bicarbonate de soude en léger excès et puis une solution neutre ou légèrement alcaline d'oxalate de soude.

**Extraction de l'or et de l'argent du plomb.** — Pour extraire facilement l'or et l'argent que renferme le plomb, M. Balback[2] propose de fondre le plomb aurifère dans un creuset et d'ajouter à la masse fondue une petite quantité de zinc qui s'empare de l'or et de l'argent avec lesquels il s'allie. Par décantation, on en sépare facilement le plomb appauvri, et on traite l'alliage d'or, d'argent et de zinc par une des méthodes bien connues pour en extraire les métaux précieux.

**Perfectionnements dans l'extraction de l'or par amalgamation.** — Un des grands inconvénients de l'extraction des métaux précieux de leurs minerais par l'amalgamation, consiste dans la *pulvérisation* du mercure. Ce métal, à l'état pulvérisé, présente un aspect grisâtre et sale; sa tendance à s'amalgamer avec les métaux précieux est notablement diminuée, et par la trituration et les lavages, une grande partie est entraînée par les eaux sous forme de tout petits globules; de sorte que, pour le traitement d'un grand nombre de minerais aurifères, on perd une quantité relativement considérable de mercure.

Récemment M. Crookes[3] a trouvé un moyen de remédier à cet inconvénient et d'éviter ces pertes de mercure. Il a remarqué que par l'addition de $\frac{1}{20000}$ de sodium au mercure, celui-ci perdait la faculté de se pulvériser, et que même le mercure *pulvérisé* reprenait rapidement son aspect et ses propriétés primitives. La pulvérisation du mercure paraît devoir être attribuée à la formation d'une petite quantité de sous-oxyde ou de sulfure de mercure; l'action du sodium s'explique alors facilement : l'amalgame de ce métal réduit énergiquement le sous-oxyde ou le sulfure dont la présence est si gênante, et le mercure est revivifié.

M. Crookes fait remarquer qu'on doit éviter l'emploi d'un excès d'amalgame de

1. *Polyt. Journ.*, t. CLXXV, p. 217.
2. *Polyt. Centralblatt de Bœttger*, p. 138.
3. *Scientific American* du 29 juillet 1865.



sodium, car les minerais des autres métaux qui accompagnent les minerais aurifères seraient attaqués à leur tour et tout le mercure qui se porterait sur ces métaux serait perdu.

**Bronze d'aluminium**[1]. — A l'hôtel de la Monnaie de New-York, on vient encore de faire des essais sur l'emploi des alliages d'aluminium pour la fabrication des monnaies et des médailles. Il y a deux ans, cette question fut déjà étudiée; on avait proposé l'emploi d'un alliage de 1 partie d'aluminium et de 99 parties d'argent, qui, disait-on, résistait à l'action de l'hydrogène sulfuré; mais il s'est trouvé que cet alliage était attaqué plus rapidement encore que l'argent pur, et qu'il était beaucoup moins malléable.

Plus tard on examina des alliages de 13 parties de cuivre avec 1 partie d'aluminium et de 19 parties de cuivre avec 1 partie d'aluminium; le premier présentait une couleur un peu plus pâle que celle de l'or, le second ressemblait complétement aux alliages d'or et de cuivre qu'on emploie pour les monnaies. Tous deux étaient très-beaux, mais leur trop grande ressemblance avec l'or était un obstacle à leur emploi. Du reste, sous la presse ils paraissaient si durs et si cassants, qu'on dut renoncer à s'en servir.

**Préparation du magnésium.** — Pour la préparation industrielle du magnésium, M. H. Schwarz a proposé depuis longtemps déjà l'emploi de la carnallite ($K\,Cl + 2Mg\,Cl + 12\,HO$) qui se trouve en grandes quantités dans les mines de Stassfurth. Récemment M. E. Reichardt fit une série d'essais avec ce minéral et le soumit à une étude approfondie. La carnallite peut être desséchée sans aucun inconvénient; par l'action d'une température un peu élevée, elle fond facilement. Après la fusion on la coule sur des dalles en pierre ou en fonte. 100 grammes de cette carnallite fondue sont finement pulvérisés et mélangés rapidement avec 100 gr. de spath fluor et 100 grammes de sodium coupé en petits fragments, puis le mélange est introduit dans un creuset et chauffé au rouge. Des proportions de carnallite ou de spath fluor différant beaucoup de celles indiquées, ne donnent pas de résultats satisfaisants. La réaction s'opère tranquillement; cependant la carnallite doit être bien exempte de kiesérite (87 p. 100 de sulfate de magnésie et 13 p. 100 d'eau) qui pourrait donner lieu à des explosions. La présence de la kiesérite se reconnaît, du reste, facilement; cette dernière est blanche et opaque et se sépare de la carnallite pendant la fusion.

**Extraction du thallium**[2]. — Dans la fabrique de sulfate de zinc de Juliushütte, on obtient dans le traitement des pyrites de Rammelsberg une lessive assez riche en thallium. Cette solution contient, outre le sulfate de zinc qui y prédomine, du sulfate de cadmium, un peu de sulfate de cuivre et 0,05 p. 100 de chlorure de thallium. Traitée par un volume égal d'acide chlorhydrique, elle donne un abondant précipité de chlorure de thallium; après la séparation du cuivre par l'hydrogène sulfuré, l'iodure de potassium y fait naître un précipité caractéristique d'iodure de thallium. Si, avant de séparer le cuivre par l'acide sulfhydrique, on ajoute au liquide une quantité suffisante d'hyposulfite de soude, l'iodure de thallium se précipite seul et le cuivre reste en dissolution.

Comme l'addition de l'acide chlorhydrique ou de l'iodure de potassium et de l'hyposulfite de soude compliquait les cristallisations en raison de la présence du sulfate de zinc, M. Bunsen employa un autre procédé qui consiste à précipiter le

1. *Deutsche Industrie Zeitung*, p. 225.
2. *Ann. der Chem. und Pharmacie*, t. CXXXIII, p. 108.



cuivre, le cadmium et le thallium par l'introduction de lames de zinc dans la lessive froide; on lave rapidement la poudre métallique ainsi obtenue et on sépare le thallium du cuivre et du cadmium.

L'extraction du thallium pourrait encore se faire à meilleur marché en le précipitant à l'état de chlorure; mais dans ce cas le cadmium restant dans l'eau-mère retiendrait une forte proportion de thallium, ce qui causerait une perte assez notable.

**Extraction et propriétés de l'indium.** — Jusqu'à présent, on n'a trouvé l'indium que dans la blende de Freyberg et dans le zinc qui en provient. M. Winkler[1] en extrait l'indium en s'appuyant sur plusieurs réactions de ce métal. Il dissout le zinc dans l'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu en ayant soin que le zinc soit en excès; lorsque tout dégagement gazeux a cessé, il reste un résidu spongieux renfermant du plomb, de l'arsenic, de l'étain, du cadmium et de l'indium, métaux qui sont tous précipités par le zinc : la liqueur filtrée est entièrement exempte d'indium.

L'indium peut former des sels basiques solubles. Pour séparer l'indium contenu dans une solution, on y ajoute de l'acide sulfurique, on neutralise par du carbonate de soude jusqu'à ce qu'il se produise un léger trouble, puis on ajoute de l'acétate de soude et l'on fait bouillir. Il se précipite ainsi du sulfate basique d'indium renfermant encore du fer et un peu de zinc.

L'oxyde d'indium est également précipité de ses solutions par le carbonate de baryte, et cette réaction peut être utilisée non-seulement pour l'extraction de l'indium, mais aussi pour la séparation exacte de ce métal.

Pour purifier l'indium brut qui constitue le résidu de l'attaque du zinc, M. Winkler le dissout dans l'acide azotique, il précipite le plomb par l'acide sulfurique, puis le cuivre, le cadmium et l'arsenic par l'hydrogène sulfuré, enfin il traite la liqueur filtrée par l'ammoniaque qui précipite l'oxyde d'indium; presque tout le zinc reste en dissolution. Pour obtenir l'indium complétement pur, on redissout ce dernier précipité et on traite la solution par du carbonate de baryte après avoir ramené tout le fer au minimum pour qu'il ne soit pas précipité; on redissout le précipité dans l'acide sulfurique, et la solution filtrée étant traitée par l'ammoniaque, donne un précipité d'oxyde d'indium pur.

L'indium métallique peut être isolé de son oxyde par la méthode de MM. Reich et Richter, qui consiste à réduire cet oxyde par l'hydrogène. Pour réunir les petits globules en un culot métallique, on les fond avec du cyanure de potassium.

L'indium ressemble, par son éclat, au platine; il est plus mou et plus malléable que le plomb. A l'air, il ne se ternit pas. Les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent avec dégagement d'hydrogène; l'acide sulfurique concentré le dissout avec production d'acide sulfureux. Au rouge blanc, l'indium se volatilise; sa densité à 15° est égale à 7,362.

E. KOPP.

1. *Journal für prakt. Chemie*, t. XCIV, p. 1.



# TRAVAUX DES SOCIÉTÉS SAVANTES

## ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

### ACADÉMIE DES SCIENCES.

**Nouveau générateur électrique.** — Les dernières séances de l'Académie ont présenté de l'intérêt plutôt sous le rapport des sciences pures que des sciences appliquées. Ainsi, nous avons eu de nombreux mémoires sur les mathématiques, la haute géométrie et l'astronomie, en même temps que les notes d'utilité pratique ont été clair-semées.

Nous signalerons cependant un nouveau générateur électrique ou électrophore continu présenté par M. Edm. Becquerel, au nom de M. Bertsch.

Malgré la théorie qu'en a donnée son auteur, la machine électrique de M. Holtz ne paraissant à M. Bertsch qu'une solution compliquée du problème qu'il s'est proposé de résoudre, il a surtout cherché, dans la construction de ce nouvel appareil, à ne laisser subsister aucun doute sur l'action de chacun de ses organes, afin qu'on ne puisse se méprendre sur l'origine de ses effets. Aussi, malgré quelques analogies dans la forme, M. Bertsch fait remarquer que ce générateur est bien différent de celui de M. Holtz.

L'appareil de M. Bertsch se compose, non de deux disques de substance isolante, mais d'un seul, « en sorte, dit l'auteur, qu'on ne pourra invoquer le rôle d'une lame d'air interposée dans la production des phénomènes. »

Ce disque, formé d'une feuille mince de matière isolante, est monté sur un arbre de même nature et peut, au moyen d'une manivelle ou d'une pédale, tourner avec une vitesse de dix à quinze tours par seconde.

Deux collecteurs à pointes métalliques, sans communication entre eux, placés perpendiculairement au plan du plateau et aux extrémités opposées de son diamètre, servent d'origine à la manifestation du double courant engendré. Chacun de ces collecteurs est muni d'une branche de compas servant d'électrode, terminée chacune par une boule et pouvant s'écarter l'une de l'autre à angle droit, et se rapprocher jusqu'au contact. Un conducteur à large surface est relié à l'un de ces organes pour augmenter la tension.

En arrière du plateau et parallèlement à son plan, peuvent être placés à volonté un ou plusieurs secteurs ou lames minces de matière isolante, sans contact avec ce dernier, mais à petite distance. Ces secteurs mobiles peuvent agir seuls ou superposés les uns aux autres : ce sont des portions de disque d'une ouverture de 60 degrés environ et de forme triangulaire. Ils servent d'éléments inducteurs.

« Pour armer la machine, dit M. Bertsch, il suffit de frictionner légèrement l'un de ces secteurs avec la main, qui en électrise les surfaces, et de le placer dans la position indiquée ; la roue mise en mouvement, une série d'étincelles jaillit sans interruption entre les deux électrodes. Que l'on interrompe ou non le mouvement de la roue, l'appareil reste chargé comme l'électrophore ordinaire. Dans une atmosphère sèche, le flux d'électricité peut durer sans perte bien sensible pendant plusieurs heures, et tout porte à croire que, théoriquement, il en serait ainsi indéfiniment si l'air isolait d'une manière absolue.

« Si derrière le premier on ajoute un second secteur également électrisé par le frottement, la quantité d'électricité induite devient sensiblement double, sans néanmoins que la tension augmente, par la raison que la surface du conducteur reste la même. Un troisième, un quatrième secteurs, superposés aux premiers, sont autant



de nouveaux éléments inducteurs venant encore augmenter la quantité, qui n'est limitée que par la distance des surfaces électrisées, le diamètre, la vitesse de la roue et la rapidité avec laquelle peut incessamment se reconstituer l'équilibre par les électrodes.

« Avec un disque de 50 centimètres, en caoutchouc durci, un mouvement de dix tours par seconde et deux secteurs, on peut obtenir presque sans interruption (cinq à dix par seconde) des étincelles de 10 à 15 centimètres, ayant une tension suffisante pour percer une glace d'une épaisseur de 1 centimètre, pour éclairer d'une manière continue plus de 1 mètre de tube à gaze raréfié et pour mettre à distance le feu aux matières combustibles.

« Ce plateau peut charger en trente ou quarante secondes une batterie de 2 mètres de surface intérieure, qui volatilise une feuille d'or et brûle 1 mètre du fil de fer employé en télégraphie pour les paratonnerres. »

En résumé, par la simplicité de sa construction, cet appareil semble réaliser, d'une manière pratique, l'idée de l'électrophore continu, source commode et permanente d'électricité, et M. Bertsch fait remarquer que pour les effets relativement considérables que donne cet électrophore et les questions encore douteuses sur l'induction électro-statique qu'il peut aider à résoudre, il semble devoir présenter un véritable intérêt[1].

**Industrie sucrière.** — *Action des acides sur les jus sucrés.* M. Kessler-Desvignes a remarqué que :

1° Les acides employés à froid, à des doses même bien supérieures à celles nécessaires pour la défécation du jus, n'intervertissent nullement le sucre qu'il renferme, et il suffit par conséquent de les saturer par une base avant de les chauffer, pour éviter ce genre d'altération ;

2° Au contraire, les acides arrêtent la fermentation visqueuse, et sans doute aussi les évolutions d'autres ferments. Ils agissent comme antiseptiques puissants et s'opposent ainsi, d'une part, à la production de la substance glaireuse que l'expérience a démontré être l'une des causes les plus graves du mauvais travail en sucrerie ; de l'autre, ils empêchent la destruction du sucre par les ferments auxquels il est livré dès que la râpe a déchiré les cellules, destruction plus rapide et plus considérable qu'on ne pense ;

3° Il est facile d'éviter l'inconvénient du cal par un choix mieux entendu des substances acides.

Les acides fluorhydrique, hydrofluosilicique, l'acide phosphorique et plusieurs de leurs combinaisons acides, comme le fluosilicate de magnésie, que l'auteur a obtenu cristallisé avec une grande facilité, les fluosilicates d'alumine, de manganèse, les biphosphates de chaux, de magnésie ou d'alumine, le phosphate de chaux dissous ou attaqué par l'acide fluorhydrique (acide phosphorique), par l'acide hydrofluosilicique, par l'acide hydrochlorique, par l'acide nitrique, et même ces deux derniers acides seuls, employés avec ménagement, ne produisent jamais de cal et peuvent être maniés sans dangers pour les ouvriers et pour les pulpes ;

4° La défécation par les acides se complète facilement par la précipitation au sein du jus de certains corps en général plus ou moins basiques, comme la magnésie, les silicates et les aluminates de chaux, la combinaison de l'empois avec cette chaux, les phosphates insolubles, les fluorures de magnésium, de calcium et d'aluminium, etc. ; et l'on trouve dans les acides susmentionnés un moyen fort simple de faire apparaître ces dépôts. Il suffit de les saturer avec de la chaux ordinaire ou dolomitique, ou de dissoudre auparavant dans le jus acidulé les corps basiques ou autres que l'on veut précipiter.

1. Nous devons ajouter qu'une réclamation d'antériorité a été produite.

On effectue ainsi dans le travail en grand une sorte d'analyse, séparant d'abord les acides insolubles organiques mis en liberté par ceux que l'on ajoute ; puis les acides solubles en même temps que les composés neutres ou basiques susceptibles de former avec la chaux ou la magnésie des combinaisons peu solubles.

« Un des avantages importants de cette méthode, dit M. Kessler-Desvignes, c'est d'obtenir une défécation des plus complètes au sein d'un jus sans aucun excès de chaux, en sorte qu'on peut immédiatement l'évaporer et le cuire, sans avoir besoin de le saturer ou de le passer sur du noir. »

En terminant, l'auteur fait remarquer que la campagne actuelle est la troisième pendant laquelle l'emploi des acides a été effectué sur une grande échelle, la seconde que diverses usines montées par lui spécialement pour l'application de ce procédé donnent d'excellents résultats ; le succès de leurs opérations, l'économie et la sûreté de leur travail ont justifié ses convictions et les données théoriques qui les ont fait naître.

**Résistance des poutres droites soumises à des charges en mouvement.** — Dans ce Mémoire, M. Phillips s'est occupé de la détermination des flexions produites sur une poutre droite horizontale, comme celles qui forment les ponts des chemins de fer, les rails, etc., sous l'action d'un effort mobile, et dont le point d'application a un mouvement de translation horizontal est donné.

« Lorsque cet effort, dit M. Phillips, est dû à un poids mobile, sa valeur dépend des réactions moléculaires du système, et la solution, complète au point de vue mathématique, n'a pas pu être obtenue jusqu'à présent, en raison de la difficulté qu'on éprouve à tenir compte tout à la fois de l'inertie du mobile et de celle de la poutre. M. Stokes a publié (*Transactions of the Cambridge philosophical Society*, vol. VIII, 1849) un travail très-intéressant sur cette difficile matière, travail entrepris à propos des recherches expérimentales de la Commission officielle anglaise, nommée pour s'occuper de la résistance du fer et de la fonte employés dans la construction des chemins de fer. Je rappellerai aussi un Mémoire que j'ai fait antérieurement (*Annales des Mines*, 1855) sur le même sujet, et dont les résultats principaux sont d'accord avec l'expérience. »

Nous rappellerons un autre ouvrage que M. Phillips n'a pas cité et qu'il n'a peut-être pas eu l'occasion de consulter : c'est l'*Étude comparative de divers systèmes de ponts en fer*, publiée il y a quelques mois par M. Gaudard [1], ouvrage dans lequel les conditions de résistance sont étudiées avec une grande autorité.

Dans le travail présenté aujourd'hui à l'Académie, M. Phillips a entrepris de traiter le problème, non plus seulement d'une manière approchée, mais en tenant compte mathématiquement de toutes les conditions imposées. La question qu'il s'est posée d'une manière générale peut s'énoncer ainsi :

« Une poutre horizontale est parcourue par un point mobile animé d'un mouve-
« ment de translation uniforme dans le sens horizontal. Ce point exerce à chaque
« instant sur la poutre une force verticale déterminée et fonction du temps,
« force qui peut être donnée *à priori* ou dépendre des réactions moléculaires du
« système. Trouver la forme de la poutre à un moment quelconque du passage du
« mobile, ainsi que la trajectoire de celui-ci. »

Divers cas particuliers intéressants sont examinés dans le Mémoire de M. Phillips, notamment celui où le mobile aurait une vitesse infinie, et celui où celle-ci serait nulle. Dans le premier, la poutre reste sans être déformée ; dans le second, elle prend à chaque instant la figure d'équilibre qui répond à la position et à la grandeur de l'effort auquel elle est soumise.

1. Librairie scientifique et agricole de E. Lacroix, 15, quai Malaquais, Prix : 12 francs.



L'équation générale de la trajectoire, dit l'auteur, lorsque la poutre est appuyée librement par ses extrémités, est donnée par la formule

$$Y = \frac{2}{Ml}\frac{k}{V}\int_0^\lambda Q\varphi(\alpha,\lambda)d\alpha,$$

dans laquelle

« Y est l'ordonnée;

« λ, l'abscisse;

« $l$, la longueur de la poutre;

« M, le mouvement d'élasticité de celle-ci;

« V, la vitesse du mobile;

« $k = \sqrt{\frac{Mg}{\varpi}}$, ϖ étant le poids du mètre courant de la poutre;

« Q, la force fonction de $t$ ou de λ.

« Enfin, la fonction φ (α, λ) est donnée par la relation

$$\varphi(\alpha,\lambda) = \sum_{i=1}^{i=\infty}\left[\left(\frac{l}{i\pi}\right)^2 \sin\frac{i\pi\lambda}{l}.\sin\frac{i\pi\alpha}{l}.\sin\left(\frac{i\pi}{l}\right)^2\frac{k}{V}(\lambda-\alpha)\right].$$

$i$ étant un nombre entier qui prend toutes les valeurs positives depuis 1 jusqu'à l'infini.

« Pareillement, l'ordonnée d'un point quelconque de la poutre est donnée par la formule

$$y = \frac{2}{Ml}\frac{k}{V}\int_0^\lambda Q\psi(x,\alpha,\lambda)\,d\alpha,$$

où $x$ est l'abscisse correspondante et où l'on a :

$$\psi(x,\alpha,\lambda) = \sum_{i=1}^{i=\infty}\left[\left(\frac{l}{i\pi}\right)^2 \sin\frac{i\pi x}{l}.\sin\frac{i\pi\alpha}{l}.\sin\left(\frac{i\pi}{l}\right)^2\frac{k}{V}(\lambda-\alpha)\right].$$

« Dans le cours du Mémoire, on tient compte de la charge uniformément répartie, comprenant le poids propre de la poutre, et l'on voit que Q, étant supposée la même dans les deux cas, cela revient à ajouter à Y et à $y$ les ordonnées qui correspondraient à l'équilibre de la poutre sous cette charge uniforme agissant seule.

« Ainsi se trouve résolu complétement le problème des mouvements vibratoires d'une poutre parcourue par un mobile qui exerce sur elle un effort constant ou variable, mais donné.

« Le cas où cet effort est dû à un mobile pesant devait appeler tout particulièrement l'attention, car c'est celui qui se présente continuellement dans la pratique des chemins de fer.

« Je suppose d'abord que Q soit précisément le poids du corps, et alors la solution est donnée immédiatement et simplement par les formules précédentes. Il est à remarquer que cette hypothèse paraît très-admissible au point de vue des applications, au moins pour les points métalliques, en raison de l'effet des ressorts qui supportent tous les véhicules.

« Mathématiquement parlant, cela revient à tenir compte de l'inertie de la poutre, en négligeant celle du mobile, problème particulier qui n'était pas encore résolu.

« Dans la réalité, et à prendre la question en toute rigueur, comme elle a été posée en tête de ce Mémoire, l'action mutuelle entre la poutre et le mobile est la

résultante du poids de celui-ci et de sa force d'inertie. Les formules précédentes s'appliquent encore à ce cas, et on peut, en faisant

$$\frac{\lambda}{l} = \iota, \quad \frac{\alpha}{l} = \beta \quad \text{et} \quad \frac{x}{l} = \xi,$$

et en appelant P le poids du mobile, les mettre sous la forme

$$\mathrm{Y} = \frac{2\mathrm{P}l^3}{\mathrm{M}} \frac{k}{\mathrm{V}l} \int_0^\iota \left(1 - \frac{\mathrm{V}^2}{gl^2} \frac{d^2\mathrm{Y}}{d\beta^2}\right) \varphi_1(\beta, \iota)\, d\beta,$$

où

$$\varphi_1(\beta, \iota) = \sum_{i=1}^{i=\infty} \left[\frac{1}{(i\pi)^2} \sin i\pi\iota \,.\, \sin i\pi\beta \,.\, \sin (i\pi)^2 \frac{k}{\mathrm{V}l} (\iota - \beta)\right],$$

et

$$v = \frac{2\mathrm{P}l^3}{\mathrm{M}} \frac{k}{\mathrm{V}l} \int_0^\iota \left(1 - \frac{\mathrm{V}^2}{gl^2} \frac{d^2\mathrm{Y}}{d\beta^2}\right) \psi_1(\xi, \beta, \iota)\, d\beta,$$

où

$$\psi_1(\xi, \beta, \iota) = \sum_{i=1}^{i=\infty} \left[\frac{1}{(i\pi)^2} \sin i\pi\xi \,.\, \sin i\pi\beta \,.\, \sin (i\pi)^2 \frac{k}{\mathrm{V}l} (\iota - \beta)\right].$$

« La fonction inconnue Y dépend ici, comme on le voit, de la résolution d'une équation dans laquelle elle est engagée sous un signe d'intégrale définie. Il n'existe, à ma connaissance, aucune méthode qui permette de la résoudre. Dans quelques problèmes où cette difficulté se présente, elle a été, il est vrai, vaincue (*voir* notamment la *Théorie mathématique de la chaleur*, par Fourier, et le Mémoire de M. Duhamel sur les phénomènes thermo-mécaniques, inséré dans le XXV$^e$ cahier du *Journal de l'École Polytechnique*); mais les procédés imaginés par ces éminents géomètres ne peuvent malheureusement pas s'appliquer dans le cas actuel.

« Néanmoins, on peut tirer de ces formules des conséquences très-importantes pour les applications, et d'après lesquelles tout ce qui se rapporte à un système réellement existant peut être déduit très-simplement de ce que donnerait un autre système beaucoup plus petit et établi dans des conditions, quant aux dimensions, aux charges et aux vitesses, qui se prêtent de la manière la plus commode aux expériences. Il y a là quelque chose d'analogue à ce principe si fécond de la similitude en mécanique, dont les conditions ont été formulées d'abord par Newton, puis, dans ces dernières années, reprises d'une manière différente et plus conforme aux méthodes modernes, par M. Bertrand. Néanmoins, il y a dans le cas actuel cette différence, que les systèmes que l'on compare ne sont et ne restent pas nécessairement semblables géométriquement, et que toutes les forces d'un des systèmes ne sont pas dans un même rapport avec celles de l'autre.

« Après avoir établi les conditions de cette similitude d'une espèce particulière, j'ai été à même de reconnaître que M. Stokes les avait déjà obtenues de son côté, par une méthode différente, pour le cas particulier d'un point mobile parcourant une poutre reposant librement sur deux appuis.

« Ma méthode m'a permis d'obtenir les conditions relatives au cas le plus général possible, comprenant un nombre quelconque de mobiles, de poids arbitraires, et un nombre quelconque de points d'appui de la poutre. Elle renfermerait, par exemple, le cas d'un train complet de chemin de fer, circulant sur un pont à plusieurs travées. »

Le Mémoire de M. Phillips a été renvoyé à une commission composée de MM. Poncelet, Morin et Combes.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

### SÉANCES DES MOIS D'OCTOBRE ET NOVEMBRE 1866.

---

L'intérêt que présentait la communication de M. Lavalley, tant au point de vue technique que sous le rapport des résultats à obtenir du percement de l'isthme de Suez, nous a conduits à consacrer toute la place dont nous disposions dans nos deux derniers numéros à des extraits très-étendus de ce travail intéressant; nous pensons que nos lecteurs excuseront, en conséquence, le retard que nous avons mis à leur rendre compte des séances du mois d'octobre dans lesquelles MM. Jules Flachat et Thomé de Gamond ont fait connaître à la société les résultats des études qu'ils ont faites, indépendamment l'un de l'autre, des projets du canal interocéanique à travers l'isthme du Centre-Amérique.

M. Jules Flachat a étudié sur place le passage par le Darien : bien que le temps lui ait manqué pour faire un travail exact et complet, les renseignements qu'il a recueillis suffisent pour permettre d'établir une comparaison entre cette direction et les diverses autres qui ont été proposées.

Il n'y a pas possibilité d'admettre la construction d'un canal sans écluses, et un canal à écluses ne pourrait être tracé en empruntant le cours si tortueux du fleuve dans sa partie supérieure. On serait obligé d'ouvrir, pour les rectifications, des tranchées de 50 à 60 et 80 mètres de hauteur.

Il serait préférable de chercher une ligne plus économique traversant les terrains moins accidentés situés au nord du fleuve, mais on sera toujours obligé d'admettre que le bief supérieur du canal devra être à 50 ou 60 mètres au-dessus de l'Océan.

Ce projet est plus dispendieux que certains autres tracés de canaux dans le Centre-Amérique. M. J. Flachat rappelle les différents projets présentés, les canaux du Tehuantepec, du Honduras, les nombreux projets du Nicaragua, l'exploitation du fleuve San-Juan, le canal de Chiriqui, ceux de Panama, du Chepo, les expéditions dans le Darien et les canaux de l'Atrato.

Quelle que soit la direction adoptée, il y aurait lieu, d'après M. J. Flachat, de ne donner au canal que la section la plus réduite possible, afin de ne pas grever cette affaire de dépenses énormes et improductives; il ne faut d'ailleurs pas compter sur une participation en argent des États intéressés au percement du canal. Il résulterait de cette section réduite la nécessité d'une exploitation avec un mouvement alternatif des navires dans chaque sens, et par conséquent l'établissement de bassins de garage. En donnant aux écluses 300 à 350 mètres et une longueur de 85 à 90 mètres, elles pourraient servir en partie comme garages. Comme moyen de remorquage, M. Flachat admet que le halage à l'aide d'une voie ferrée à rail central doit être adopté.

Enfin en ce qui concerne l'exécution du canal lui-même, il suffirait d'un tirant d'eau de 8 mètres, d'une largeur au plafond de 22 mètres, et dans beaucoup de cas il serait préférable d'endiguer que de draguer.

Les écluses auraient deux portes : l'une de 15 mètres, l'autre de 32.

Quant au tracé, c'est celui de M. Belly qui semble préférable.

C'est également le tracé Belly, modifié par lui, que propose M. Thomé de Gamond, en rappelant que la direction générale de ce tracé avait été indiquée par le prince Louis-Napoléon, aujourd'hui l'Empereur Napoléon III. M. Thomé de Gamond esquisse à grands traits les travaux de ses devanciers qui, manquant de

données certaines, n'avaient pu donner une solution complète du problème. Il cite les études entreprises en 1830 par l'ordre de Guillaume I<sup>er</sup>, roi des Pays-Bas, les explorations des commodores Edward Marnett et Edward Belcher en 1837, le projet de John Baily en 1838; les écrits de M. Michel Chevalier, le projet élaboré à Ham avec une ampleur magistrale par le prince Louis-Napoléon, le projet (avec services réduits) de M. W. Orville Childs en 1852, l'avant-projet élaboré par M. Thomé de Gamond lui-même en 1858 avec M. Belly, sur les données du plan Napoléonien.

Ce dernier tracé, connu sous le nom de tracé Belly, commençait à la baie de Salnias (sur le Pacifique) traversait le lac et descendait à l'océan Atlantique par le Rio San-Juan jusqu'à son embouchure, à San-Juan del Norte.

Les nouvelles études qui ont été faites par des ingénieurs distingués envoyés au Nicaragua par M. Thomé de Gamond, ont conduit à modifier ce tracé sur une partie de sa longueur.

Le canal traverserait l'isthme de Rivas près de cette ville, dans les vallées de Rio-Grande et de Rio-Lajas, franchirait le lac et descendrait la vallée de San-Juan jusqu'au bec de Colorado, seulement pour déboucher par la vallée du Rio-Colorado dans l'océan Atlantique. La largeur totale de ce tracé serait de 295 kilomètres entre les deux océans; soit 27,700 mètres pour l'isthme de Rivas, 85,600 mètres traversée du lac, 181,800 dans la vallée de San-Juan.

Dans le lac il n'y avait à faire que des draguages pour la traversée de l'isthme de Rivas; ce serait un canal régulier en déblai, avec neuf écluses de 4 mètres chacune rachetant la différence de niveau de 36 mètres entre le niveau du lac et celui de l'océan Pacifique. Le canal aurait $8^{m},50$ de profondeur, 40 mètres de largeur au plafond, et 45 à 70 mètres à la ligne d'eau.

Le passage de la vallée de San-Juan qui semblait d'abord d'une exécution facile, présente néanmoins des difficultés formidables : le creusement d'un canal, l'endiguement des basses berges exigeait un nombre d'hommes considérable travaillant dans les conditions les plus défavorables à la santé, sous une température torride, dans des terrains paludéens aux effluves mortelles, et il est incontestable, comme le dit M. Thomé de Gamond dans un rapport qui lui a été demandé par l'Empereur, que la pioche n'aurait pas moins à travailler à creuser la fosse des ouvriers qu'à creuser le lit du canal.

M. Thomé de Gamond propose, pour éviter cette difficulté, de submerger la vallée encaissée du San-Juan par une série de barrages (au nombre de 9). Ces barrages seraient faits au moyen de matériaux rocheux complétement inorganiques extraits des coteaux voisins.

Dans ce système l'eau du fleuve, surélevée par les barrages sort de son lit, s'étale au-dessus des baissières de la vallée qu'elle submerge entièrement, et va créer au pied des collines de chaque versant de nouveaux rivages. On crée aussi huit lacs étagés, à niveau constant, dans lesquels le fleuve disparaît lui-même.

Les *vitesses sont supprimées*, ou pour mieux dire localisées sur neuf cataractes de $3^{m},78$ de chute rachetant la différence de niveau de 34 mètres qui existe entre les eaux d'étiage du lac et celles de l'océan Atlantique.

*La suppression des vitesses* met fin au transport des matériaux de toute nature, arbres, galets, sables et limons, que dans son régime naturel le fleuve charrie à la mer.

Chacun des neuf barrages du San-Juan se compose de trois organes distincts : 1° une chaussée insubmersible; 2° une chaussée déversoir; 3° une écluse à *sas instantané* (nous dirons tout à l'heure en quoi consiste cette écluse).

On obtiendra ainsi de 10, 12, 14 et même 16 mètres de tirant d'eau et les plus grands navires pourront monter à toute vitesse.

En résumé, le passage dans la vallée, qui est de près de 200 kilomètres, n'exigera la construction que de 15 kilomètres de barrages.

Si on consulte une carte on verra que le tracé de M. Thomé de Gamond n'aboutit ni sur le Pacifique ni sur l'Atlantique à un port; mais selon l'auteur la science des constructions à la mer permet aujourd'hui de vaincre cette difficulté, en établissant, moyennant une dépense élevée sans doute, des ouvrages de défense offrant aux navires le calme et la sûreté au même degré que dans un grand nombre de bons ports naturels. Ces ouvrages consisteraient, pour le canal du Nicaragua, en deux jetées ou digues enracinées obliquement au littoral, inscrivant ainsi un périmètre mouillé d'une certaine étendue et couvrant l'une par l'autre l'entrée très-courte de cet avant-port.

Les ports d'accession sont au nombre de quatre : deux dans le lac, un dans le Pacifique et un dans l'Atlantique, la construction des deux premiers pouvant être ajournée jusqu'à ce que l'expérience en ait fait voir la nécessité.

Les écluses seraient en tôle et présentent une disposition particulière, sur laquelle nous appellerons l'attention de nos lecteurs, et qui permettent, suivant l'expression de M. Thomé de Gamond, le sassement *instantané*.

Elles ont 200 mètres de longueur, de manière à pouvoir contenir deux navires à la file l'un de l'autre et 30 mètres de largeur entre les bajoyers.

Ces bajoyers sont formés par deux sortes de tubes ayant la même longueur que l'écluse et fermés à leurs extrémités par des vannes ou plutôt par des portes. La paroi de ces tubes, qui se trouve du côté du sas, est percée d'une infinité de trous de 3 centimètres de diamètre, tandis que l'autre paroi qui s'appuie contre le remblai des terres est pleine.

C'est par ces deux tubes ou canaux latéraux et par l'intermédiaire des trous de la paroi qu'a lieu l'introduction de l'eau dans le sas.

Supposons qu'on veuille faire passer un bateau à la remonte, aussitôt qu'il a dépassé le seuil inférieur la porte de l'écluse est fermée, ainsi que les portes des vannes inférieures des canaux latéraux.

Les portes ou vannes supérieures de ces canaux sont ouvertes, l'eau du bief supérieur se précipite par la voie qui lui est donnée, et passant par les orifices mais en perdant de sa vitesse, vient remplir le sas sans nuire à la marche du navire qui se trouve élevé au niveau du bief supérieur sans secousse au moment où il arrive à la porte supérieure de l'écluse; il suffit alors d'un effort peu considérable pour ouvrir cette porte malgré les dimensions, et il n'y a eu que peu ou pas d'arrêt dans la marche du navire.

On fait la manœuvre inverse pour la descente.

Disons que M. Thomé de Gamond, en projetant les écluses en tôle, a eu pour but d'éviter de transporter des ouvriers de métier en grand nombre sur le lieu du travail. En effet, des écluses en maçonnerie exigeraient des maçons habiles, des tailleurs de pierre, etc., tandis que les écluses en tôle peuvent être construites à l'usine et le montage pourra être fait par quelques ouvriers.

C'est dans ce même but que pour les digues, les jetées, il n'emploie pas de la maçonnerie : la masse est faite en terre argileuse, imperméable à l'eau et recouverte de blocages grossiers en pierres non assemblées : les couronnements seuls sont en moellons assemblés à bain de mortier hydraulique.

Tel est le résumé du projet de M. Thomé de Gamond, simple dans ses moyens d'exécution et auquel nous applaudissons. Pourtant, qu'il nous soit permis de faire quelques critiques.

A côté de l'exposé des études et des détails de construction, M. Thomé de Gamond a présenté des chiffres d'estimation dont le total arrondi par lui s'élève à 160 millions, si les travaux sont exécutés en régie directe par une Compagnie et en laissant

en dehors le matériel pour le remorquage; mais les prix élémentaires qui ont servi de base à cette estimation sont plus bas que ceux que l'on paye en Europe pour des travaux de même genre. Les prix de revient des mortiers et bétons sont mal établis : ils devraient, avec les bases adoptées par l'auteur, être augmentés de un tiers au moins; aussi croyons-nous que si le canal se faisait les prévisions seraient de beaucoup dépassées. D'ailleurs M. Thomé de Gamond reconnaît lui-même que la dépense pourra atteindre 200 et même 240 millions, mais pour d'autres causes.

En terminant, M. de Gamond fait remarquer que dans l'élaboration de son projet il s'est renfermé autant que possible dans une étude exclusivement technique au point de vue de la construction du canal. Pour ce qui est du trafic probable, les éléments sont faciles à constater. Ils consistent en grande partie dans le tonnage de la navigation qui emprunte actuellement le cap Horn. Les évaluations de 1859, qui s'élèvent à 4 ou 5 millions de tonnes reposent sur des statistiques officielles recueillies en France sur le mouvement du commerce extérieur et celles publiées par le *Board of Trade*, de Londres. Puisées à ces sources, les évaluations que faisait il y a sept ans M. Belly paraissent exactes, et il est à présumer que le tonnage alors constaté aura encore augmenté depuis.

Nous regrettons que M. Thomé de Gamond n'ait pas cru devoir entrer dans plus de détail sur cette partie de l'étude : il nous semble qu'il aurait dû comparer les prix de transport par le cap Horn, de manière à faire ressortir l'économie qui résulterait du passage par le canal interocéanique, et montrer ainsi la possibilité de l'exécution par une compagnie qui trouverait l'intérêt des 200 millions ou plus employés à la réalisation de ce travail que nous voudrions voir achevé.

Dans l'analyse trop succincte que nous venons de faire du travail remarquable de M. Thomé de Gamond, nous avons omis bien des détails sur le régime actuel des eaux, et leur régime futur, sur les ressources d'alimentation que présente le lac du Nicaragua, et nous renvoyons nos lecteurs aux procès-verbaux des séances.

LE COMITÉ DE RÉDACTION.

---

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE DE VERVIERS (BELGIQUE).

### Industrie drapière.

**Note sur des expériences faites par M. E. Bède et A. Snoeck dans le but de déterminer les forces motrices absorbées par différentes machines.**

Nous avons publié l'année dernière[1] une notice historique sur la Société industrielle et commerciale de Verviers, qui doit son origine à un certain nombre d'industriels appartenant pour la plupart à la ville de Verviers, et qui s'étaient réunis à l'occasion d'un procès relatif à un brevet.

Cette Société, fortement constituée, rend de grands services à l'industrie en général, et plus particulièrement à l'industrie drapière.

Nous avons sous les yeux le compte rendu d'une des dernières séances de cette association, et nous y remarquons d'abord que la Société a porté à son budget une allocation de 1,000 fr. pour couvrir les frais qu'entraînera la confection d'un *album historique de l'industrie drapière à Verviers*.

Un membre, M. Houget, annonce à l'assemblée qu'il s'occupe de faire faire la copie des dessins de toutes les espèces de machines que sa maison a construites depuis quarante ans. L'assemblée a accueilli cette annonce avec la plus grande

1. *Annales du Génie civil*, 4e année, page 54.

satisfaction et a voté des remercîments à M. Houget, en exprimant le désir que tous les constructeurs suivissent le bel exemple qui leur est donné. C'est, en effet, dans des collections semblables qu'on peut se rendre compte des progrès successivement accomplis et qu'on peut puiser les éléments de progrès nouveaux.

Un rapport a été fait sur une ploqueteuse-étaleuse automatique. Comme l'a fait remarquer la commission après avoir constaté que les bras manquaient de plus en plus à l'industrie, le progrès réside dans la solution du problème de n'utiliser l'homme que comme principe intelligent, et de supprimer autant que possible son action comme force physique.

Ainsi, dans l'industrie drapière, on a déjà l'échardonneuse, la laineuse, la tondeuse, la brosseuse, le métier mécanique à tissu, le Mull-Jenny Self-Acting. L'introduction des ploqueteuses-étaleuses va augmenter le nombre d'appareils automatiques en Espagne. En attendant que nous revenions sur cette machine dont la description n'est pas encore complétement publiée par le *Bulletin* de la Société, nous allons emprunter à cette publication une note des plus intéressantes sur des expériences faites par deux des membres de la Société, dans le but de déterminer les forces motrices absorbées par différentes machines.

---

**Détermination des forces motrices absorbées. — (*Industrie drapière.*)**

On ne possède que des données très-incertaines sur les forces nécessaires pour mettre en mouvement la plupart des machines de l'industrie drapière, et pour exécuter la plupart des opérations de cette industrie.

Nous ne connaissons guère d'autres chiffres que ceux qui sont rapportés dans tous les aide-mémoire et qui ne se rapportent qu'au cardage et à la filature de la laine. Or, ces chiffres ne sont nullement en rapport avec ceux sur lesquels on a l'habitude de se baser dans la pratique ordinaire.

Ainsi nous trouvons dans la plupart des aide-mémoire que pour ouvrir et carder seulement la laine nécessaire à la fabrication d'un kilogramme de fil d'un numéro moyen entre 4,700 et 39,000 mètres au kilogramme, il faut dépenser sur l'arbre de la machine à vapeur un travail de 350,000 kilogrammètres. D'après cela un assortiment cardant 60 kilog. en vingt-quatre heures absorberait, en y comprenant le travail du brisoir, un travail de $60 \times 350,000 = 21,000,000$ kilogrammètres. Or en vingt-quatre heures un cheval-vapeur fournit un travail de $24 \times 270,000 = 6,480,000$ kilogrammètres; donc, dans ces conditions, il faudrait pour un assortiment et pour sa part du travail du brisoir, une force de $\frac{21000000}{6480000} = 3,24$ chevaux.

C'est beaucoup plus que ne le supposent généralement ceux qui emploient ces machines. En revanche, d'après ces mêmes expériences, il suffirait de moins de 1/4 de cheval pour faire marcher un Mull-Jenny fournissant en douze heures environ 33 kilog. de fil chaîne de 16,000 à 22,000 mètres au kilogramme.

Ces chiffres sont bien différents de ceux qu'on admet en pratique; mais ces derniers sur quoi les base-t-on?

Nous serions bien curieux de savoir sur quels essais on s'est fondé pour affirmer que telle ou telle machine absorbe un cheval de force ou 1 1/2 cheval ou 1 3/4 cheval.

Ces nombres jetés au hasard avec des fractions bien plus hasardées encore, ne peuvent être que des résultats de calculs de probabilités extrêmement complexes.

Ainsi, par exemple, on aura reconnu que tel industriel fait marcher 10 assortiments avec une machine de 20 chevaux et l'on en conclut que chaque assortiment prend 2 chevaux de force. Mais savait-on combien de chevaux de force produisait

la machine; n'était-ce pas 30 ou n'était-ce pas 15? Et savait-on quelle force absorbaient les transmissions? s'était-on préoccupé aussi du travail que faisaient ces assortiments?

Cependant des données positives sur les forces absorbées par nos machines de manufactures seraient du plus haut intérêt, car elles éviteraient bien des mécomptes. Combien de nos industriels, croyant placer des moteurs largement suffisants pour les machines qu'ils avaient à mouvoir, se sont trouvés gênés dans leur production par suite d'insuffisance de force, ou bien tout au moins forcés de marcher à toute vapeur en fatiguant leurs machines et en dépensant des quantités de combustibles tout à fait en dehors de leurs prévisions.

Sans doute il faudrait des expériences longues et variées pour faire connaître avec exactitude les quantités de travail absorbées par les différentes opérations de notre industrie, d'autant plus que ces opérations en elles-mêmes sont essentiellement variables. Ainsi, la force motrice nécessaire à la plupart de nos machines varie beaucoup suivant la quantité et la nature des matières sur lesquelles elles opèrent et des produits qu'elles fournissent; et si l'on voulait faire sur ces machines une étude complète et approfondie, il faudrait expérimenter en variant beaucoup les conditions de travail. Il y aurait là matière à une étude des plus intéressantes; il suffit de prendre comme exemple l'étude d'une carde dont on ferait varier la vitesse des différents organes que l'on chargerait de quantités de laines différentes ou de laines de diverses natures. Mais de telles expériences exigeraient beaucoup de temps et l'emploi d'instruments précis, tels que des dynamomètres totalisateurs.

Nous avons pensé que l'on pourrait, en attendant les résultats de telles expériences, tirer un parti utile d'essais plus modestes fournissant au moins des données approximatives sur les forces motrices nécessaires à certaines machines.

Notre procédé d'expérimentation était des plus simples : il consistait à mesurer au frein de Prony la force totale fournie sur l'arbre de couche par le moteur, puis à appliquer successivement les parties de cette force au mouvement de différentes machines activées par cet arbre. Le moteur fournissant toujours la même force, nous devions, chaque fois qu'une machine était mise en mouvement, diminuer la charge du frein d'une quantité correspondante à la force absorbée par la machine.

Le moteur était une machine demi-fixe de quinze chevaux, devant travailler à cinq atmosphères effectives. Cette machine porte deux volants qui servent de poulies pour activer l'arbre de couche à l'aide de deux courroies. Nous avons enlevé ces deux courroies et posé sur l'un des volants un frein de Prony, formé de deux pièces de bois embrassant chacune environ le quart de la circonférence de ce volant dont le diamètre est de $1^m,500$, et portant un bras de levier de $2^m,70$ de longueur, à l'extrémité duquel on suspendait des poids variables.

La circonférence correspondant à la longueur du bras de levier du frein étant $16^m,96$ et la vitesse normale de rotation de la machine 90 tours par minute, le poids correspondant à un travail de 1 cheval-vapeur exécuté à cette vitesse était de

$$\frac{4{,}500 k^m}{90 \times 16^m{,}96} = 2^k{,}95,$$

soit environ 3 kil.

Il est bien clair que, les choses étant en cet état, et la machine à vapeur marchant sous la même pression et à la même vitesse, on devait, chaque fois que l'on mettait en train une machine quelconque dont la résistance s'ajoutait à celle du frein, décharger celui-ci d'autant de fois 3 kilog. que cette machine prenait de chevaux de force. On reconnaissait donc la force de chaque machine par le nombre de fois 3 kilog. que l'on était, après sa mise en train, obligé d'enlever au frein pour maintenir la vitesse du moteur à 90 tours par minute.

Nous avons commencé par mesurer la force même de la machine sous différentes pressions. Pour cela, nous avons abattu les deux courroies et laissé la machine marcher seule. Nous avons obtenu les résultats suivants :

| Pression de la vapeur en atmosphères. | Charge du frein. | Nombre de tours de la machine. | Nombre de chevaux effectués. |
|---|---|---|---|
| 4,75 | 65 kil. | 85 | 19,4 |
| 4,25 | 55 » | 88 | 18,3 |
| 3,75 | 40 » | 102 | 15,4 |
| 3,50 | 40 » | 100 | 15,1 |
| 3,25 | 40 » | 88 | 13,3 |

Si l'on calcule le travail théorique que la machine devait faire sous ces différentes pressions (son piston ayant $0^m,250$ de diamètre et 0,330 de course), on trouve que l'effet utile a été de 0,67 dans la plupart des expériences et de 0,63 dans deux expériences seulement.

Il y a d'autant plus lieu d'admettre la première valeur qu'elle s'accorde mieux avec les expériences faites ensuite sur la machine faisant marcher la transmission.

En effte, en replaçant une des deux courroies, pour faire tourner la transmission seule, toutes les courroies des machines étant sur les poulies folles, nous avons trouvé :

| Pression de la vapeur en atmosphère. | Charge du frein. | Nombre de tours par minute. | TRAVAIL EFFECTUÉ. Observé. | TRAVAIL EFFECTUÉ. Moyenne. | Travail de la machine à vide à la même pression. | Travail absorbé par la transmission. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kil. | | | | | chevaux. |
| 5,00 | 55 | 97 | 20,0 | 20,0 | 20,8 | 0,8 |
| » | 57 | 93 | 20,0 | | | |
| 4,75 | 49 | 100 | 18,5 | 18,4 | 19,4 | 1,0 |
| » | 50 | 97 | 18,3 | | | |
| » | 52 | 90 | 17,5 | | | |
| » | 57 | 88 | 18,8 | | | |
| » | 59 | 84 | 18,8 | | | |
| 4,00 | 45 | 91 | 15,4 | 15,3 | 16,5 | 1,2 |
| » | 44 | 92 | 15,3 | | | |

Le travail absorbé en moyenne par la transmission a donc été de 1 cheval-vapeur.

Cette transmission se composait d'un arbre de 22 mètres de longueur et de 70 millimètres de diamètre, porté par 7 paliers, et portant entre ses deux poulies de commande de $1^m,750$ de diamètre, 8 poulies commandant les diverses machines. Toutes ces poulies, y compris celles de commande, pesaient environ 1,400 kilog. et l'arbre lui-même avec ses manchons d'accouplement, 1,100 kilog. Cet arbre commandait de plus deux transmissions secondaires, l'une faisant mouvoir une pompe centrifuge, l'autre une essoreuse.

Après ces essais, nous avons mis en mouvement successivement les différentes machines, en ayant soin de conserver la pression de la vapeur aussi constante que possible à 4 atmosphères, et la vitesse de la machine à peu près à 90 tours par minute.

Nous avons obtenu ainsi les résultats suivants :

| Nos DES RÉSULTATS. | MACHINES mises EN MOUVEMENT. | Charges du frein. | NOMBRE de tours par minute du moteur. | CHARGE du frein avec la transmission seule. | CHARGES absorbées par les machines mues. | TRAVAIL en chevaux absorbés par ces machines. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kil. | | | kil. | chevaux. |
| 1 | Essoreuse................ | 35 | 92 | 44 | 9 | 3.00 |
| 2 | Pompe centrifuge.......... | 30 | 91 | 45 | 15 | 5.00 |
| 3 | Id. foulante à 5 mètres... | 30 | 91 | » | 15 | 5.00 |
| 4 | Même pompe et machine à laver complète................ | 24 | 89 | 45 | 21 | 7.00 |
| 5 | Id.................. | 22 | 92 | 44 | 22 | 7.33 |
| 6 | Désuinteuse et trempeuse.... | 42 | 89 | 45 | 3 | 1.00 |
| 7 | Pompe, laveuse complète et essoreuse.............. | 15 | 91 | 45 | 30 | 10.00 |
| 8 | 3 fouleries............... | 33 | 90 | 45 | 12 | 4.00 |
| 9 | 2 fouleries............... | 37 | 88 | 45 | 8 | 2.66 |
| 10 | 2 lavoirs à rouleaux et pompe centrifuge.............. | 21 | 89 | 45 | 24 | 8.00 |
| 11 | 2 lavoirs, pompe et 3 fouleries. | 8 | 91 | 45 | 37 | 12.33 |

Remarquons d'abord que ces résultats se confirment l'un l'autre.

Ainsi, la septième expérience donne 10 chevaux pour la somme des forces absorbées par l'essoreuse, la pompe et la machine à laver complète, ce qui correspond parfaitement à la somme des résultats obtenus dans les expériences 1 et 4.

De même, l'expérience 11 fournit un résultat parfaitement concordant avec la somme des résultats obtenus dans les expériences 3 et 5.

Les expériences 8 et 9 concordent aussi complétement.

En comparant les résultats de ces différentes expériences, nous obtiendrons les intéressantes données suivantes :

*Pompe centrifuge.* — Cette pompe était du système Gwynne; elle fournissait un volume de 1,850 litres par minute, à une hauteur de $1^{m},20$ seulement, ce qui correspond à un travail utile de 2,220 kilogrammètres par minute, tandis que le travail absorbé était de 5 chevaux, soit 22,500 kilogrammètres par minute. L'effet utile était donc de 10 p. 100 seulement.

En fermant une valve, nous forçâmes la pompe à fouler l'eau dans un réservoir placé à 5 mètres au-dessus du niveau d'aspiration; la force absorbée resta la même, comme le montre l'expérience 3, et le volume d'eau se réduisit à 1,350 litres par minute : le travail utile était de 6,750 kilog., et l'effet utile de 30 p. 100, donc triple de celui trouvé d'abord.

Nous eûmes l'explication de cette étrange anomalie en enlevant un bouchon fermant le trou par lequel on amorce la pompe lors des mises en train. L'eau jaillit aussitôt par cette ouverture à une hauteur de $3^{m},70$ au-dessus du niveau d'aspiration. Il était donc évident que les étranglements, dus au petit diamètre des tuyaux de refoulement et de la valve de passage, créaient une résistance équivalente à celle d'une colonne d'eau d'environ $2^{m},50$ de hauteur. La pompe foulait en réalité le volume de 1,850 litres à une hauteur de près de $3^{m},70$ en développant ainsi un travail utile d'environ 6,845 kilogrammes.

Au premier abord, nous avons été très-frappés de ce fait que la pompe centrifuge absorbait la même force motrice pour fouler l'eau à différentes hauteurs; il n'y a cependant pas lieu d'en être surpris, lorsque l'on voit que les volumes soulevés sont en raison inverse des hauteurs qu'ils atteignent.

Sans doute il faudrait des expériences plus complètes pour établir cette propor-

tionnalité inverse; mais nous pouvons tout au moins constater que la force absorbée par une pompe centrifuge reste à peu près la même en pratique du moment où on ne change pas sa vitesse de rotation.

Ajoutons aussi en passant que depuis ces expériences les tuyaux de refoulement de l'eau ont été remplacés par de plus larges, et que le volume d'eau obtenu a été augmenté considérablement, de sorte que l'effet utile s'est notablement accru.

*Essoreuse.* — Cette machine avait un panier de 1 mètre de diamètre et 0m50 de hauteur. Elle était chargée d'environ une manne de laine[1]. Le mouvement donné par une poulie à un plateau vertical, se transmet par un disque à un arbre vertical qui, par un système de deux poulies, commande par en-dessous le panier de la machine. La force prise par cette machine est de 3 chevaux, et cette force se maintient à peu près constante depuis la mise en train jusqu'à la fin de l'opération. Seulement dans le commencement de la marche, la vitesse de rotation du panier est faible à cause des glissements qui s'opèrent entre le plateau et le disque et sur toutes les poulies.

*Machines à laver la laine.* — Cette machine est du système Sirtaine et Melen. Son travail par heure au moment de nos expériences était d'environ 250 kilog. de laines de Buenos-Ayres en suint.

La force totale prise par la machine est de 2 chevaux d'après les expériences 4 et 5 comparées aux expériences 2 et 3. L'expérience montre que la force prise par le bac à tremper, et les deux désuinteuses n'est que d'un cheval. Ces machines marchent très-lentement. La rinceuse qui marche très-vite absorbe à elle seule un cheval de force lorsque tous ses organes marchent à la fois.

L'expérience 7 montre que la force nécessaire à toutes les opérations d'un lavage de 3,000 kilog. de laine par jour, est d'environ 10 chevaux.

*Fouleries.* — Les trois fouleries sur lesquelles nous avons expérimenté sont à une paire de cylindres de 0m,150 de largeur. La pression sur ces rouleaux et sur celui qui foule en longueur est exercée au moyen de ressorts (système Houget et Teston). Elles foulaient chacune une pièce de drap de 17 à 18 kilog. Les pressions pour le foulage en longueur étaient au maximum usité pour des draps de cette force.

Dans ces conditions, les expériences 8 et 9 prouvent que chaque foulerie absorbe une force de 1 1/3 cheval-vapeur.

*Lavoirs à rouleaux.* — Ces lavoirs étaient du système ordinaire dans lequel les rouleaux agissent seulement par leur poids. Ils travaillaient chacun sur deux pièces.

On voit que dans ces conditions la force absorbée par chaque lavoir est de 1 1/2 cheval.

Qu'il nous soit permis en terminant d'émettre le vœu que des expériences semblables soient faites sur la plupart des machines de nos manufactures. Nous pouvons affirmer qu'elles offrent peu de difficultés et que les résultats que l'on obtient sont réguliers, de manière à pouvoir donner toute confiance. En effet, plusieurs fois nous avons à dessein renversé l'ordre de nos essais, sans rencontrer aucune contradiction dans les résultats. Ainsi, après avoir fait marcher quelque temps une ou plusieurs machines, nous les débrayions pour reprendre la mesure de la force absorbée par la transmission, et aussitôt après nous embrayions de nouveau ces mêmes machines. Ces expériences contradictoires, souvent répétées, donnaient toujours les mêmes résultats.

Remarquons aussi que ces expériences peuvent se faire très-simplement sans

1. La contenance d'une manne ordinaire est d'environ 45 kilog. de laine en suint, soit 15 kilog. de laine lavée, séchée et échardonnée.



mesurer la force du moteur, en plaçant seulement le frein de Prony sur l'arbre de transmission qui commande les machines dont on veut connaître la force motrice. Il faut avoir soin seulement que pendant toute l'expérience le moteur marche parfaitement dans les mêmes conditions.

E. BÈDE et A. SNOECK,
Membres de la Société industrielle et commerciale de Verviers.

---

### Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers.

*L'Annuaire*, publié par le comité de cette Société, prouve que cette association est en pleine voie de prospérité, ainsi que le constatent du reste les paroles suivantes prononcées par l'honorable président M. Flaud, dans la dernière assemblée générale :

« Nous arrivons, Messieurs, à la vingtième année, sans qu'un nuage ait jamais obscurci le présent ou l'avenir de la Société. Jamais une distinction n'a été établie, jamais une rivalité ne s'est produite entre les Sociétés des diverses écoles. Il est aussi juste que rare de constater cette union dans une Société qui compte près de mille titulaires.

« Un capital de 70,000 francs réalisé sans escompter l'avenir ; — une rente annuelle de 24,000 francs ; — une bibliothèque qui s'enrichit chaque jour ; une publication trimestrielle intéressante ; — un Annuaire qui compte déjà dix-huit volumes ; — les anciens élèves sans emploi, sûrs d'en trouver un par notre entremise ; — ceux que le sort a trahis ou que les maladies affligent ne réclamant jamais des secours en vain : — voilà, Messieurs, le bilan de notre association, et nous avons le droit d'en être fiers ! Mais la Société ne s'arrêtera pas là.... »

M. Flaud avait à diverses reprises exprimé le désir d'être remplacé comme président de la Société ; par acclamation il a été proclamé président honoraire, et M. Martin a été élu président par 114 voix sur 132 votants.

Voici le titre des principaux articles que contient l'*Annuaire* de 1866 (XIX° année).

Éclairage d'usines, fonderies, grands ateliers, etc., par l'huile de goudron de houille, (système Donny) précédé de notions sur l'origine de l'éclairage minéral par le gaz et les hydrocarbure de schiste et pétrole par M. Besnard. — Incrustation des chaudières à vapeur et moyen de les prévenir par M. E. Beaudet. — Cylindre perforateur de tunnels et galeries de mines de M. Berrens par M. d'Aubreville. — Des économies à réaliser au point de vue du matériel des chemins de fer et de la traction, par M. Vidard. — Modérateur parabolique, par M. Boussard. — Emploi du fer creux dans les transmissions, par M. Breton. — Filature et tissage, par M. Breton. — Fabrication du fer fondu, par M. Pascal. — Générateur à vapeur inexplosible (système Belleville), par M. Lemoine. — Décret sur les écoles impériales d'arts et métiers. — Notices biographiques : de M. Moutry, par M. Deschamp ; de M. Bournique, par M. Vidard.

Neuf planches accompagnent l'*Annuaire* de 1866, sur lequel nous nous proposons d'ailleurs de revenir.

E. L.

---

### Société des conducteurs des ponts et chaussées et des garde-mines.

En signalant à la fin de l'année dernière (*Annales du Génie civil* 1865, page 839) le succès de cette publication, nous disions que ce succès était légitimé par le discernement qui présidait au choix des sujets qui étaient traités dans ce *Portefeuille*.

L'année qui vient de s'écouler présente le même intérêt que les publications précédentes. En attendant que quelques articles fassent pour nous le sujet d'une étude spéciale, nous croyons devoir signaler les principaux sujets qui ont été traités dans la septième série, année 1866.

Travaux neufs de le ville de Bayonne. — Évaluation des dépenses annuelles d'entretien des routes. Extraction de matériaux dans les propriétés privées pour l'exécution des travaux publics. — Bâtiments en état de péril, mesures à prendre. — Notions de tachéométrie. — Note sur un baromètre différentiel. — Note sur les égouts ovoïdes. — Dépôt (remise) pour des locomotives. — Pont-levis construit sur le canal du Centre. — Chemins de halage sur les rivières navigables et flottables. — Arche d'expérience dans les carrières de Souppes (projet des ponts du Louvre à Paris). — Memento du conducteur, etc.

De nombreuses planches, gravées avec soin, et contenant de nombreuses côtes, accompagnent le texte.

E. L.

---



## CHRONIQUE DES TRAVAUX PUBLICS FRANÇAIS.

### EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 A PARIS.

**Achèvement du palais.** — Il serait assurément difficile, en dehors des travaux de peinture et de décoration du palais et de l'achèvement des ouvrages accessoires des parcs et jardins, de citer aucune main-d'œuvre de quelque importance restant à exécuter au Champ de Mars. Un grand mouvement n'en règne pas moins dans les mille ramifications des galeries; mais l'animation actuelle, intéressant surtout l'installation du matériel des exposants, n'est que le prélude immédiat et significatif du moment très-rapproché où la grande manifestation dont on achève les préparatifs permettra d'apprécier le rôle industriel et les forces relatives des divers peuples dans cette pacifique lutte du travail.

L'occasion se présentera donc incessamment de faire bon accueil et d'applaudir sans aucun esprit exclusif de nationalité à tous les progrès réels de quelque part qu'ils viennent et se révèlent; mais, en ce moment, on peut, à juste titre, insister sur un point essentiel qui a le mérite d'être un fait accompli, c'est que les travaux d'appropriation de l'immense enceinte où se trouveront bientôt réunis et classés les produits et les richesses industrielles et artistiques de la future exposition de 1867, seront, par eux-mêmes, une remarquable affirmation des procédés ingénieux et de l'activité persévérante qui caractérisent les grandes entreprises de notre époque.

Quelques mois à peine, en effet, nous séparent du moment où l'on érigeait sur la partie nord de l'emplacement du Champ de Mars, les premiers grands piliers supportant les fermes de la nef des machines, et depuis plusieurs semaines, déjà, l'ensemble de cette vaste galerie de 35 mètres de largeur, qui occupe la principale zone concentrique du pourtour du palais, se dresse sur tout son développement de près de 1,300 mètres, et sur son imposante hauteur sous clef de 25 mètres, à côté des autres galeries secondaires beaucoup moins élevées, édifiées d'ailleurs avec tout autant de rapidité, mais aussi avec beaucoup moins de difficultés d'exécution; car il ne faut pas oublier combien ont présenté de sujétion et motivé de soins et de précautions spéciales la préparation, l'ajustement et le montage des cent quatre-vingts grandes colonnes, et des nombreuses et lourdes pièces métalliques qui sont entrées dans la composition de la partie principale et monumentale du palais réservée à l'exposition des machines et outils.

Parmi les installations intérieures que l'on termine en ce moment dans le centre de la nef, on aperçoit les séries de piliers et d'autres pièces métalliques formant la colonnade en fonte supportant les arbres de transmission qui communiqueront le mouvement aux machines. Les rangées de piliers des diverses travées sont de diamètre et de modèle différents sur chaque cours de trois files successives; mais cette disposition, pour laquelle il ne pouvait être nullement question de symétrie, a été naturellement combinée par les ingénieurs dans un intérêt d'équilibre, de résistance et d'aménagement de ces armatures spéciales. Les piliers sont rattachés d'ailleurs, par leur base évasée, aux blocs de béton, dans lequel sont fixés les boulons terminés, pour plus de solidité, par des rondelles en fer noyées dans la maçonnerie. L'on sait que, sur toute la longueur de la colonnade ainsi établie, sera disposé un passage d'où le public pourra embrasser du regard la série des appa-

reils en action; mais l'état actuel des travaux ne permet pas encore de se rendre un compte exact de cette installation.

Pendant qu'on a élevé, en un court laps de temps, ainsi que nous venons de le dire, la grande et imposante galerie extérieure du pourtour elliptique du palais, toute une armée d'ouvriers des différentes industries apportait la même ardeur, d'une part, à l'achèvement des hautes maçonneries qui limitent les deux premières zones ou galeries attenantes au jardin central, affectées, la première, à l'histoire du travail ou musée archéologique, et la suivante à l'exposition des beaux-arts; et d'autre part, aux galeries et couloirs intermédiaires dont la main-d'œuvre, sans être aussi compliquée que celle de la gigantesque coupole cylindrique, qui seule apparaît du dehors, n'en offrait pas moins de nombreux et de très-minutieux détails d'exécution. Le moment est moins favorable, d'ailleurs, actuellement, qu'il ne l'était naguère pour permettre au visiteur d'apprécier dans son ensemble l'élégant développement de ces galeries légères et de leurs combles ou recouvrements, où sont ménagés à profusion les moyens d'accès de l'air et de la lumière, par une disposition très-ingénieuse des vitrages et des lanternaux. De nombreuses cloisons séparatives en charpente, que l'on établit en ce moment pour répartir sans doute les emplacements affectés aux exposants des diverses industries, interrompent, en effet, les lignes intérieures et ne permettent pas de saisir l'aspect général des constructions. Mais c'est le seul reproche à adresser à ces installations indispensables, qui témoigneront bientôt de l'entière appropriation de l'édifice, et qui disparaîtront en grande partie elles-mêmes sous la profusion des produits dont elles doivent faciliter la mise en place et le classement.

Les ouvriers occupés de toutes parts dans les galeries, aux travaux de décoration, n'ont pas une tâche minime, car c'est surtout par l'ornementation que ressortiront un grand nombre de détails de ce vaste établissement. Déjà plusieurs parties importantes des peintures sont très-avancées; celles de la grande galerie des beaux-arts, notamment, touchent presque à leur période d'achèvement.

Nous avons remarqué aussi une activité exceptionnelle dans les ouvrages des parcs extérieurs, surtout du côté de l'École militaire, où le creusement des pièces d'eau et l'implantation des arbres étaient un peu en retard sur les travaux de l'autre rive. Tous ces embellissements encadreront d'une manière très-heureuse le palais, et offriront aux visiteurs des stations attrayantes d'études et d'observations, en même temps que de repos. Les petites constructions individuelles, châlets, kiosques et bâtiments divers de toutes natures et de toutes formes qui ornent déjà le parc dans tous les sens, augmentent journellement en nombre, et l'on peut dire aussi en originalité. On peut se convaincre, d'un autre côté, que le projet de phare électrique, compris dans le programme des ouvrages des abords, était bien une réalité, car déjà cette construction, qui paraît être formée d'un solide échafaudage en fer recouvert de feuilles métalliques, se dresse à une assez grande hauteur au-dessus de ses fondations rustiques, et reflète au loin sa couche provisoire de peinture au minium.

Les divers travaux du parc, en raison de l'intérêt et de l'attrait de curiosité qu'ils présentent, mériteraient certainement une mention très-développée, mais on nous saura gré pour aujourd'hui, nous l'espérons, de remplacer ces détails par le compte rendu ci-après des aménagements du port de la berge d'Orsay, à laquelle donne accès comme on sait, un passage ouvert en tranchée, dans la chaussée même du quai, sous un élégant pont métallique en arc surbaissé de 25 mètres d'ouverture.

**Travaux de l'exposition du sport nautique.** — On se souvient qu'aux termes de l'autorisation spéciale accordée pour cet objet, l'installation des produits et du matériel servant à la navigation de plaisance aura lieu en partie dans un

hangar établi sur la berge de la Seine, à l'amont du quai d'Orsay et en partie dans un port placé en avant du hangar. Le hangar devait avoir une surface de 420 mètres carrés, et le port, de 500 mètres carrés.

Au lieu d'un seul hangar général prévu par le projet, on en a établi deux, l'un en amont, l'autre en aval du pont d'Iéna. Chacun de ces hangars symétriques, construit en charpente avec cloisons en briques entre les supports, repose, du côté de la Seine, sur huit grands piliers en bois munis de socles en maçonnerie de briques, espacés d'environ 12m,50 d'axe en axe, et du côté de terre, sur le mur du quai lui-même, au moyen de vingt petits montants correspondant aux cours de fermes et reliés par une cloison de briques dont le parement extérieur, recouvert d'un enduit de plâtre et surmonté, à la naissance de la toiture, d'un lambrequin avec bordure en bois découpé, forme façade le long du quai.

Les dimensions de ces hangars sont de 78m,15 de longueur sur 14 mètres de largeur et 11 mètres de hauteur. Le comble, dont les travées en charpente sont formées d'entraits, poinçons, arbalétriers, contrefiches, etc., est éclairé à la partie supérieure par de larges ouvertures munies de vitrages.

La partie du port placée en avant des hangars, déjà construits en amont du pont d'Iéna, se divise en deux emplacements séparés par la rampe principale d'abordage accédant au Champ de Mars, en regard du pont métallique dont nous avons déjà parlé; cette rampe à laquelle sont accolées de chaque côté des cales de débarquement, se trouve placée à un niveau beaucoup plus bas que la plate-forme des ports adjacents. La différence de hauteur est rachetée par des gradins latéraux formés d'escaliers en pierre de taille, permettant aux visiteurs d'accéder sur les emplacements plus élevés de l'exposition nautique.

Enfin les ports placés en avant des hangars se terminent, vers la Seine, par un plan incliné dans lequel est établie à des hauteurs différentes, pour correspondre aux fluctuations de la rivière, tout un système de petites cales pavées avec bordure en bois, et talus gazonnés.

Outre les travaux du port et les deux hangars principaux dont nous venons de parler, on peut remarquer les préparatifs de plusieurs autres aménagements accessoires et notamment la mise en œuvre de divers pavillons dont nous indiquons ci-après la destination.

Pour ce qui concerne l'aménagement du port de la berge du quai d'Orsay, les actifs et intelligents entrepreneurs du palais de l'Exposition, MM. Andraud et Jullien sont chargés : 1° Du règlement des terrassements, d'un cube de 70,000 mètres environ, déposés sur la berge par l'entreprise Aumont, sous la direction du service du parc; 2° de la construction des perrés en pavés, des escaliers, pavages, gazonnements, et de lisses en bois pour en arrêter la base et les sommets. Les hangars ont été construits par MM. Déodor et Jousse; l'installation particulière des exposants est confiée à l'entreprise Quehen.

La surface totale de la berge aménagée définitivement, sera de 13,850 mètres environ, dont 7,200 en amont et 6,650 en aval du pont d'Iéna. — La partie en deçà du pont d'Iéna est destinée à l'exposition française et celle d'aval à l'exposition anglaise. (La largeur uniforme des deux parties est de 26 mètres depuis le mur du quai jusqu'à la Seine.)

La section française est divisée ainsi qu'il suit : A l'extrémité amont de la berge correspondant à la direction de l'avenue de la Bourdonnaye, une longueur de terrains d'environ 72 mètres sur 13 de largeur est réservée à l'établissement d'un grand restaurant concédé par la Commission impériale.

Au delà, au pied de la rampe, une surface de 6m,00 de longueur sur 14m,00 de largeur, est destinée aux appareils à plongeur, dont l'exposition sera séparée, par un chemin de 2m,50, de l'espace semblable réservé à la Société de sauvetage. Le

terrain de la berge, depuis ce dernier emplacement jusqu'au pont métallique, sur 29 mètres de longueur et 14 de largeur, est occupé par l'exposition de la navigation de plaisance, et en face, le long de la crête des perrés sur une largeur de 6m,00 et 47 mètres de longueur, se trouvera l'exposition des canots.

De l'autre côté du pont métallique commence le grand hangar proprement dit, destiné aux machines marines de la France. Un chemin pavé de 7m,00 le sépare de deux autres petits hangars de 6m,00 de largeur, destinés, comme ceux en amont du pont métallique, à l'exposition des canots.

C'est sous ce hangar que se trouvera installée, sous la direction du ministère de la marine, par l'entrepreneur Pecquard, l'énorme machine de 1,200 chevaux destinée à fournir de l'eau pour le *service bas* du parc de l'Exposition universelle. Cette machine, installée primitivement à bord du vaisseau *le Friedland*, mettra en mouvement une pompe dont le tuyau d'aspiration, qui n'a pas moins de 1 mètre de diamètre, communique à la Seine au moyen d'un canal débouchant à 2m,50 au-dessous de l'étiage. — En avant des perrés et à 59 mètres de l'axe du pont métallique d'Orsay, la marine fait construire les fondations en charpente d'une grue colossale de la force de 48 tonnes et dont le poids dépasse 200 tonnes.

De chaque côté du pont d'Iéna, se trouvent deux pavillons de 12m,80 de longueur, 11 mètres de largeur et 6m,70 de hauteur, dont l'un, celui d'amont, est destiné à un magasin et n'a été construit que pour la symétrie. Celui d'aval a été établi par l'entreprise Andraud et Jullien pour le compte de M. Thomas-Scott, constructeur à Rouen. Ce bâtiment est destiné à recevoir une machine à vapeur de 120 chevaux qui enverra l'eau de la Seine dans un réservoir construit à l'avenue Malakoff, à Passy. De là, l'eau reviendra dans le parc avec une pression de 35 mètres et servira à tout le *service haut* de l'Exposition. Ce bâtiment, avec les fondations de la machine, a coûté 13,000 fr.

**Exposition nautique anglaise.** — En aval du pont d'Iéna, jusqu'à 16 mètres au delà du bâtiment de la douane, c'est-à-dire sur une longueur de 254m,60, tout l'espace est réservé à l'exposition anglaise. Un hangar semblable à celui de la partie française de 78m,15 de longueur, recevra l'exposition des machines marines de la Grande-Bretagne, et pour faire communiquer les voitures de la berge avec l'intérieur du parc, on a construit un petit tunnel de 3m,20 sur 3m,00 qui part de la Seine et qui va déboucher, au moyen d'un escalier monumental, dans le parc, un peu au delà du cercle international.

Cette communication indispensable, puisque tout autre accès sur la berge sera impossible, existe aussi dans la partie française, au moyen du pont métallique dit pont d'Orsay, où accède une chaussée de 25 mètres de largeur qui conduira les visiteurs jusqu'au bord du lac, au centre duquel s'élève le phare dont nous avons parlé plus haut.

A 37 mètres environ au delà des hangars des machines de la Grande-Bretagne, sont réservés deux emplacements destinés l'un à l'exposition des pompes et l'autre à un laboratoire international.

En face du hangar des machines anglaises et le long de la crête des perrés, se trouvera l'exposition des canots anglais, et, tout à fait en aval, l'extrémité de la berge nouvelle, sera terminée par un restaurant semblable à celui de la partie française, et qui occupera une surface de 800 mètres. Treize escaliers de 2 mètres de largeur, dont huit en amont et cinq en aval du pont d'Iéna, permettront aux visiteurs de descendre sur la Seine, et deux autres escaliers monumentaux, de 8 mètres de largeur, donneront accès de chaque côté du pont d'Orsay aux visiteurs du Parc sur la partie de la berge réservée à la France.

L'aménagement du talus forme certainement la partie la plus intéressante de la



nouvelle berge. Dans la partie française, qui est à peu près terminée, ce talus est divisé en trois parties formant retraite de 0,80 l'une sur l'autre, mais disposées à une inclinaison uniforme de 45°. La partie inférieure, fondée sur un massif de béton, est revêtue d'un perré en pavés jointoyés en mortier de chaux hydraulique, et dans lequel sont ménagés, à une distance séparative de 24 mètres, les deux gradins en escaliers de pierre de taille, *de 2 mètres de largeur* mentionnés plus haut. Au-dessus, jusqu'à la crête, la différence de niveau de 2 mètres en moyenne est rachetée par un système de rampes à 0m,20 par mètre et de paliers de 2 mètres de largeur espacés de 6 en 6 mètres; toutes ces rampes et paliers sont pavés, et leurs lignes de rencontre forment un système de losanges que l'on a revêtus de gazon avec encadrement en bois. L'effet, ainsi produit, est des plus heureux et complète parfaitement l'ensemble de tous ces ouvrages qui, outre leur destination principale, sont appelés à remplir un rôle important dans le mouvement de navigation qui se développera sans doute sur la Seine, à l'occasion de l'exposition du Champ de Mars.

G. PALAA.

---

FONDATIONS TUBULAIRES ET CAISSONS PNEUMATIQUES (Voir pl. XLIII bis).— L'importance que présentent les questions de fondation des grands ponts, au point de vue des garanties de solidité et de résistance que ces ouvrages doivent offrir en prévision de fortes crues, d'inondations ou d'autres causes incessantes de destruction que des précautions convenables et un entretien continu peuvent seuls combattre, donne un véritable intérêt d'actualité à l'extrait suivant d'un discours de réception à l'Académie de Lyon, prononcé par M. *Théodore Aynard*, l'éminent ingénieur en chef des ponts et chaussées et des travaux du chemin de fer de Lyon à Genève.

Après avoir tracé avec une grande érudition scientifique et très-attrayante, les diverses phases historiques de l'art de construire les ponts, depuis les travaux les plus primitifs exécutés pour franchir les cours d'eau jusqu'à nos jours, M. Aynard, résumant les détails techniques des divers systèmes employés, s'exprime ainsi :

« Fonder une pile de pont, c'est établir, au milieu d'une rivière, un ouvrage de maçonnerie pouvant résister à l'action des eaux et à la pression des arches. Pour arriver à ce résultat, il faut s'établir sur un sol suffisamment résistant et se défendre contre les affouillements; enfin trouver le moyen de bâtir dans une profondeur d'eau qui, dans nos rivières, peut descendre jusqu'à 10 mètres et même au delà. »

**(Suivent, sur les systèmes primitifs employés pour la fondation des ponts, d'intéressants détails que le défaut de place nous empêche de reproduire, et qui servaient d'introduction ou de préliminaire aux indications ci-après) :**

« *Fondations par épuisement.* — Les architectes du dix-septième siècle mirent un peu plus de science dans leurs fondations, ils établirent la maçonnerie des piles sur le fond de la rivière dans un emplacement dont on avait détourné l'eau, et que l'on mettait à sec par des épuisements, dans une enceinte protégée par des batardeaux en terre pilonnée ; puis autour de chaque pile, ils formèrent un encréchement avec des pieux garnis d'enrochements.

« Ce procédé, d'un emploi difficile, n'était applicable qu'aux rivières ayant très-peu d'eau dans l'été ; l'imperfection de l'outillage empêchait les épuisements à une assez grande profondeur, pour asseoir les fondations sur le terrain solide.

« *Pieux et grillages.* — A cette méthode succéda la fondation sur pieux et grillages, basée sur ce fait d'expérience, que les bois de chêne et de sapin se conservent parfaitement, quand ils sont toujours sous l'eau. A l'emplacement de chaque pile, on établit un massif de pilotis pénétrant dans le sol à une profondeur que l'on sup-



pose à l'abri des affouillements, et jusqu'à ce que la résistance à l'enfoncement indique qu'ils reposent sur une base capable de porter l'ouvrage à construire. On consolide, par des enrochements, la partie hors du sol; puis un peu au-dessous de l'étiage, on couronne ce massif par une charpente en forme de plancher ou de grillage, sur lequel on construit la maçonnerie. Ce procédé fut employé avec succès au pont de Blois, en 1716. Lors de la reconstruction du pont Notre-Dame, en 1853, on a reconnu que les fondations du frère Giocondo reposaient déjà sur des pilotis défendus par des enrochements.

« *Radier général.* — Il n'est pas possible partout d'enfoncer des pieux. Dans la traversée des rivières, non loin de leur source, les dimensions des galets sont trop fortes pour que les pieux ne se brisent pas à leur rencontre; c'était précisément ce qui avait causé tant de mécompte au pont de Moulins. Régemorte imagina ce qu'on appelle un radier général; au lieu de faire de chaque pile un ouvrage isolé, il construisit sur toute la largeur de l'Allier un fond artificiel en maçonnerie, assez solide et assez étendu, à l'amont et à l'aval, pour résister aux affouillements.

« L'établissement d'un radier général est applicable à des rivières comme l'Allier, que l'on peut mettre à sec par partie, en détournant, sur un seul point, le peu d'eau qui leur reste pendant l'été. Ce système, qui avait parfaitement réussi à Régemorte, fut souvent employé depuis avec le même succès; dans notre voisinage, les deux ponts du chemin de fer de Genève, sur la rivière d'Ain, rivière torrentielle s'il en fut, ont été fondés ainsi, sur radiers généraux.

« Les fondations sur pilotis et grillage rendaient très-court le temps possible du travail, la moindre crue submergeait les chantiers, puisque le grillage était établi un peu au-dessous de l'étiage, afin que le bois fût toujours mouillé. Ce système avait montré l'inconvénient, dans les rivières profondes, de placer la maçonnerie des piles comme perchées sur des échasses; on devait donc chercher mieux.

« *Pieux recépés ou caissons.* — Perronnet trouva le perfectionnement; il inventa pour le pont de Saumur l'instrument connu sous le nom de scie à recéper. Cette scie, employée par de Voglie, ingénieur résident, permit d'obtenir, pour chaque pile les têtes des pieux coupées à plus de 2 mètres au-dessous de l'étiage; à l'emplacement de chaque pile, on amena une caisse flottante, parfaitement imperméable. Dans chaque caisse on construisit la maçonnerie de la pile, dont la charge progressive produisait un enfoncement proportionnel jusqu'au moment où le fond de la caisse venait reposer sur la tête des pieux.

« Des caissons de ce genre avaient été employés pour la première fois par La Bélye, ingénieur français, à la construction du pont de Westminster; les caissons avaient été échoués sur le fond même de la Tamise, mais leur succès n'avait pas été complet. Il en fut autrement au pont de Saumur. Depuis lors, les fondations par caissons sur pilots recépés ont été, pendant longtemps, la seule méthode employée pour les grands ponts.

« Le pont de Bordeaux offre un des exemples les plus remarquables de ce genre de fondation. Ce pont, construit de 1814 à 1822, par l'ingénieur Deschamps, se compose de 17 arches en maçonnerie dont les dimensions varient entre 27 et 21 mètres. Sa longueur totale est de 500 mètres environ. Les piles reposent sur des pieux enfoncés de 8 à 10 mètres dans le sol et qui ont été recépés à 4 mètres au-dessous de l'étiage. Le fond vaseux de la Garonne, la largeur du fleuve et la profondeur des eaux rendaient ce travail excessivement difficile. Il fut considéré pendant longtemps comme le plus beau monument hydraulique de l'Europe. C'est par ce même procédé que fut établi l'ancien pont Tilsitt, à Lyon, dont les fondations existent encore dans toute leur intégrité.

« *Découvertes de Vicat.* — Les découvertes immortelles de Vicat apportèrent au commencement de ce siècle, vers 1820, un très-grand perfectionnement à l'art de construire dans l'eau.

« Avant Vicat, l'art des mortiers était abandonné au hasard. Les mortiers des Romains étaient arrivés jusqu'à nous, sans documents écrits capables de nous donner le prétendu secret de leur fabrication, qui n'était probablement que l'emploi de substances se trouvant à leur portée. Là où la chance heureuse avait fourni des matériaux convenables, les mortiers ont résisté, tandis qu'ailleurs ils ont péri. Tout ce que nous ont laissé les Romains dans l'art de fabriquer les mortiers, sont les indications données par Vitruve, inspecteur des monuments publics sous Auguste; ces indications, dans l'application générale, sont le plus souvent en défaut.

« L'existence de la chaux hydraulique avait été signalée d'une manière positive, en 1752, par Mignot de Montigny, membre de l'Académie des sciences, dans sa relation d'un voyage sur les bords de la Loire; mais ce fait, resté isolé, n'avait pas eu de suite.

« L'emploi des chaux hydrauliques naturelles et artificielles changea l'art des fondations. La propriété de ces subtances de se solidifier rapidement sous l'eau, donna la possibilité de faire des massifs de maçonnerie et de béton, au milieu du lit des rivières, sans être obligé à des épuisements.

« *Enceinte de pieux et béton.* — A partir de cette époque, les ponts sont ainsi fondés : à chaque emplacement de pile, au moyen de pieux et de fortes planches de chêne ou de sapin on construit une enceinte ayant les dimensions de la pile; dans cette enceinte, préalablement draguée jusqu'au sol résistant, et protégée à l'extérieur par des enrochements, on coule dans l'eau, au moyen de caisses spéciales, un massif de béton formant, au bout de quelques jours, un seul bloc de maçonnerie, ayant assez de solidité pour supporter le poids de la pile.

« C'est ainsi qu'ont été fondés presque tous les ponts depuis 1820 jusqu'à 1856, et c'est encore de cette manière que l'on en construit un grand nombre. Malgré sa supériorité, ce système présente encore des dangers; lorsque les rivières sont très-affouillables, les enrochements autour des piles peuvent être emportés et l'affouillement peut s'étendre jusqu'au massif de béton; car il est difficile de fonder de cette manière, à plus de 6 mètres ou 8 mètres au-dessous de l'étiage.

« Notre ville a été témoin d'une de ces catastrophes dont la cause sera toujours ignorée : le magnifique pont de la Quarantaine avait été construit, d'après le procédé que nous venons d'indiquer, avec tous les soins usités dans une œuvre de cette importance, et sous l'habile direction d'hommes ayant fait leurs preuves.

« L'insuffisance des procédés, constatée par ces insuccès, a fait chercher le moyen de pénétrer plus avant dans le sol; on y est arrivé par les fondations dites tubulaires.

« *Fondations tubulaires.* — Ces fondations se composent de tubes de fonte remplis de béton, qui sont descendus à une assez grande profondeur dans le sol, pour que les affouillements ne soient pas à craindre. La particularité du système est surtout dans le moyen employé pour enfoncer les tubes.

« Chaque tube est placé verticalement sur le fond de la rivière; son extrémité inférieure est ouverte; l'extrémité supérieure est bouchée par un double fond ou plutôt par une chambre qui peut, au moyen de portes, se mettre en communication tantôt avec l'air intérieur du tube, tantôt avec l'air extérieur. Vous avez tous vu des enfants souffler avec une paille dans un verre d'eau; vous l'avez tous fait vous-mêmes; par l'effet du souffle, l'air se comprime, fait baisser l'eau dans la paille, puis remonte en globules à la surface de l'eau. Augmentez la puissance de

l'appareil; au lieu d'une paille, prenez un tube de 15 mètres de longueur et de 3 mètres de diamètre; remplacez le verre d'eau par le Rhône et la bouche de l'enfant par une puissante machine à vapeur qui souffle et comprime l'air; vous obtiendrez ainsi un énorme tube rempli d'air comprimé et complétement vide d'eau; des ouvriers peuvent y pénétrer en passant par les chambres à air dont nous avons parlé.

« Au fond du tube des ouvriers piochent le sol de la rivière, comme ils le feraient à l'air libre; les déblais sont remontés à l'extérieur, par l'intermédiaire de la chambre à air. Le tube trouvant, par suite des déblais, un espace vide, descend progressivement, de son propre poids, jusqu'à la profondeur voulue, profondeur qui n'est limitée que par la possibilité de faire travailler des ouvriers dans l'air trop comprimé. Dans les tubes descendus à 20 mètres au-dessous de l'étiage, les ouvriers ont parfaitement pu travailler dans l'air comprimé jusqu'à 2 atmosphères.

« Lorsque les tubes sont arrivés à leur position définitive, on enlève les chambres à air, puis on les remplit de béton.

« Ce procédé a été inauguré en France en 1841, pour le fonçage d'un puits de mines près d'Angers. Il a été appliqué ensuite au pont de Rochester, en Angleterre, en 1852.

« Depuis 1855, plusieurs ponts métalliques ont été fondés d'après ce système, qu'on peut employer aussi pour les ponts de pierre. Les premières applications en France ont été faites : au pont de la Quarantaine, à Lyon; au pont de Mâcon et au pont de Culoz, sur le Rhône, pour le raccordement du chemin de Genève avec les chemins de Savoie.

« Le pont de Culoz, alors international, a été construit par la France et la Savoie. La fondation a été inaugurée avec solennité le 1er septembre 1857, par le roi Victor-Emmanuel qui en a posé la première pierre. Cette première pierre du pont avait été extraite la veille par le premier coup de mine du tunnel du Mont-Cenis.

« Les fondations tubulaires n'ont pas encore fait leurs preuves. Quelle doit être la durée de l'enveloppe métallique des tubes? Comment résisteront-ils au choc des corps flottants? Quelle consistance prendra le béton dans l'intérieur? A ces questions fort incertaines, l'expérience seule peut répondre. Ce procédé n'est donc pas tout à fait satisfaisant.

« *Caissons pneumatiques.* — Enfin, dans ces dernières années, on vient d'appliquer un mode de fondation nouveau qui paraît avoir complétement résolu le problème: Pour la première fois, il a été employé au pont international de Kehl, sur le Rhin, pour mettre en communication le chemin de fer de l'Est avec les chemins allemands; puis il a été perfectionné pour le pont de la Voulte, sur le Rhône, de l'embranchement de Privas. Il est appliqué maintenant à beaucoup d'autres ponts, soit en France, soit en Italie.

« Voici sommairement en quoi consiste ce système, qui est une combinaison des anciens caissons de Perronnet et des moyens pneumatiques modernes. (Voir planche XLIII bis le dessin du pont de Kehl.)

« A l'emplacement de chaque pile, on construit un vaste caisson en tôle, parfaitement imperméable, pouvant servir d'enceinte à toute la maçonnerie de la pile ; ce caisson ou cylindre est ouvert en bas et dans la partie supérieure; mais il est divisé en deux chambres par un plancher horizontal en tôle fortement soutenu par des poutres métalliques qui lui donnent une grande résistance.

« Ce plancher horizontal est percé de trois ouvertures surmontées par des cylindres en forme de cheminées, qui s'élèvent au-dessus des plus hautes eaux. Deux de ces tubes verticaux sont couronnés par des chambres à air, comme celles des fondations tubulaires. Le tube du milieu, complétement ouvert aux deux extrémités, descend jusqu'au fond du caisson et pénètre un peu dans le sol.



« Le caisson étant placé à l'endroit où l'on veut établir une pile, au moyen d'une machine à vapeur, on comprime l'air dans la chambre inférieure du caisson ; lorsqu'elle est mise à sec, des ouvriers y descendent par les tubes surmontés d'une écluse à air. Leur travail consiste à ramener tous les déblais de la fouille vers le tuyau central, d'où ils sont extraits par une machine à draguer.

« Le caisson étant parfaitement étanche, on construit sans difficulté, dans la partie supérieure, au-dessus du plancher, toute la pile en maçonnerie de pierre de taille. Le poids de la maçonnerie fait descendre tout le système à mesure que les ouvriers déblaient dans la partie inférieure. Les ouvriers qui travaillent ainsi à une profondeur de 15 ou 20 mètres, ayant sur leur tête toute la maçonnerie de la pile, sont en communication avec l'extérieur par un télégraphe électrique.

« Lorsque le caisson est ainsi descendu jusqu'à la profondeur que l'on veut atteindre, les ouvriers commencent à remplir avec de la maçonnerie tout le compartiment inférieur du caisson, puis ils remontent par les tubes, et l'on remplit, avec du béton, tous les vides qui existent après la suppression des trois cheminées. Enfin, l'on enlève tout ce qu'on peut enlever de l'appareil en tôle qui enveloppe la pile.

« Il est facile de comprendre, par le peu que nous venons de dire, les grands avantages de ce système qui paraît réaliser tout ce que l'on veut obtenir.

« Ici, tout l'incertain des fondations tubulaires disparaît; les appareils métalliques ne sont que des engins de construction, à l'exception du plancher qui reste pris et comprimé entre les maçonneries des piles et le béton; tout le reste est enlevé, ou ce qui reste peut s'oxyder sans que la solidité de la pile soit compromise.

« Cette invention est toute récente, les ponts fondés de cette manière porteront-ils encore les générations futures? Dieu seul le sait; cependant il est permis de supposer, sans trop de présomption, qu'ils sont bien au-dessus de tout ce qui s'est fait jusqu'à présent, De l'avis de tous les ingénieurs, ce dernier perfectionnement peut être considéré, après les découvertes de Vicat, comme le plus grand progrès de l'art de fonder les ponts, et doit faire époque dans l'art des constructions hydrauliques. »

Dans l'une des notes qui accompagnaient l'intéressante étude dont on vient de lire un extrait, M. l'ingénieur en chef Aynard a rappelé que les caissons pneumatiques adoptés pour le pont de Kehl sur le Rhin et de la Voulte sur le Rhône ont été employés depuis au pont du Var, près de Nice, à Plaisance, sur le Pô, aux ponts de Saint-Gilles et d'Arles, sur le Rhône, à Lorient et à Nantes.

Nous ajouterons que la dépense qu'ont occasionnée les ponts ainsi construits, notamment sur le Rhône et le Rhin, est sans doute relativement élevée, mais qu'elle s'explique par les difficultés de toute nature que l'on ne peut manquer de rencontrer dans ces fleuves exceptionnellement rapides, quel que soit d'ailleurs le système de fondation employé.

G. Palaa.

---



## TRAVAUX EXÉCUTÉS A L'ÉTRANGER.

### ANALYSE ET EXAMEN.

---

**Minoterie autrichienne.** (Voir planches XXXIX et XL.)

L'emploi des meules en pierres siliceuses pour réduire les grains en farine date, comme on sait, de très-loin, et est actuellement général dans les pays civilisés ; mais bien que l'organe principal des moulins soit partout le même en principe, leurs détails et leurs modes de fonctionnement sont excessivement variables : chaque peuple, chaque localité même a un système particulier de mouture.

Toutefois, on peut ranger tous ces systèmes dans deux grandes classes : 1° la mouture à la grosse ou rustique; 2° la mouture à l'économique.

Dans le premier mode, le blé ne passe qu'une fois entre les meules suffisamment rapprochées pour opérer du premier coup un écrasement complet des grains. Il est clair que ce mode ne peut donner toute la farine du blé et que les diverses qualités étant mélangées pendant l'opération même, il est difficile d'avoir de très-belle farine. Le blutage qui suit immédiatement la mouture ou qui n'a lieu qu'après coup peut être fait très-diversement : grossièrement pour le pauvre, finement pour le riche. Un autre inconvénient de ce mode de mouture consiste dans l'échauffement possible de la farine. On sait, en effet, aujourd'hui, que si l'on dépense en un point donné un travail moteur représenté par un certain nombre de kilogrammètres, il y a dégagement de chaleur, à raison d'une *calorie* pour 430 kilogrammètres environ. La mouture à la grosse employant, d'après nos essais, environ 4,000 kilogrammètres par kilogramme de blé, il en résulte que pour une paire de meules donnant environ $0^k,03$ par seconde, il y a sur la meule un dégagement de chaleur de plus d'un quart de calorie dans le même temps; aussi la température de la farine est-elle souvent de 13 à 16 degrés supérieure à celle de l'air ambiant. Ce premier mode a de nombreuses espèces et variétés caractérisées par les différents rhabillages des meules taillées à coups perdus, ou rayonnés, etc. En outre, on a parfois fait précéder la mouture proprement dite par un *décorticage* ou un concassage par des appareils spéciaux, ou même par des meules plus écartées ; c'est alors un mode mixte formant pour ainsi dire une transition de la première à la seconde classe.

Dans le deuxième mode principal de mouture dit *à l'économique*, le blé passe plusieurs fois entre les meules de moins en moins écartées. Les avantages de ce mode sont un plus fort rendement en farine et un échauffement presque nul, puisque le travail moteur total employé à la mouture est réparti entre trois, quatre et même douze passages successifs : il y a donc moins de calorique de transformation en présence de la farine à chaque instant. L'espèce de mouture économique la plus perfectionnée est celle dite à *gruaux*, et c'est justement celle qui est appliquée dans le moulin dont la planche XXXIX représente l'ensemble et la planche XL, les détails d'après un journal anglais, l'*Engineer*, qui le décrit à peu près ainsi :

La minoterie à vapeur dont il s'agit a été établie à Pesth, en 1863, pour la Compagnie *Panonia*, par M. Nemelca, constructeur de moulins en grande réputation dans la capitale de l'Autriche.

Cette Compagnie a été constituée pour amener les grains des plaines fertiles du Bas-Danube, sur les marchés du centre et de l'ouest de l'Europe : elle possède une ligne de bateaux à vapeur principalement occupée au transport des grains des embouchures du Danube à Pesth, où une partie des blés est réduite en farine et le reste vendu tel quel.

Le moulin de la Compagnie est un bâtiment de 50m,58 de longueur et 15m,80 de largeur, et d'une hauteur de six étages. Il contient 24 paires de meules de 1m,264 de diamètre, 8 machines perfectionnées à décortiquer les blés et les appareils de nettoyage ainsi que les bluteries nécessaires au service des meules.

Toute la machinerie est conduite par deux machines à vapeur de 80 chevaux chacune, et on peut moudre en vingt-quatre heures 50,780 kilog. de blé.

Nous laissons un moment de côté le journal anglais pour faire ici une observation. En supposant que sur les 24 paires de meules du moulin de Pesth, il y en ait toujours en moyenne 3 en rhabillage, ce qui ne doit pas être bien loin de la vérité, il y a donc 21 meules actives pour moudre 50,780 kilog. de blé en vingt-quatre heures : c'est donc par paire de meule 2,418 kilog. ou environ 32 hectolitres, soit par seconde 0k,028, ce qui s'accorde avec ce que nous voyons en France comme produit d'une paire de meules; mais la force motrice dépensée ici, en supposant que les machines à vapeur emploient toute leur force, est beaucoup plus grande que celle généralement admise : ainsi, on compte pour l'établissement des moulins en France sur une force de 2,5 à 5 chevaux-vapeurs au plus, tandis que dans le moulin autrichien on s'est basé sur 6 chevaux et 2/3. Il est vrai que la mouture à *gruaux* emploie en définitive plus de travail moteur par chaque kilogramme de blé; que les nettoyages ou séparations des *gruaux* emploient aussi de la force ; dans l'établissement des moteurs pour meunerie, il est donc bon de tenir compte du mode de mouture. Nous croyons pouvoir, d'après quelques essais, proposer les chiffres suivants par kilogramme de blé.

Mouture à la grosse, sans nettoyage ni blutage..... 3,557. (D'après une observation de Coulomb.)

Mouture perfectionnée à la grosse, avec concassage par petites meules : (moulin Lavie) 4,217 kilog. (blutage compris), d'après M. Tresca.

Mouture perfectionnée à la grosse, avec concassage par noix en fonte : (moulin Bouchon) 6,565 kilog. (blutage compris), d'après M. Tresca.

Mouture à l'économique, par noix en acier, avec quatre passages : (moulin Peugeot) 5,023 kilog. (blutage compris), d'après M. Grandvoinnet.

Nettoyage, mouture et blutage simple, à la grosse : 5,000 à 7,000 kilog., d'après divers auteurs.

Nettoyage, mouture et blutage simple, à l'économique : 9,000 à 14,000 kilog., d'après divers auteurs.

Nettoyage, mouture et blutage simple, à gruaux : 15 à 20,000 kilog., d'après plusieurs auteurs.

On voit que du moment où les minoteries sont montées avec de bons appareils de nettoyage, il faut environ 6 chevaux-vapeurs par paire de meules de 1m,25 de diamètre pour la mouture à gruaux, tandis que pour le plus simple moulage de moulin, 1 cheval 2/3 suffit. La forte proportion de travail moteur consommée par les transmissions et les nettoyages devrait engager à entrer dans la voie du perfectionnement de ces parties qui laissent beaucoup à désirer.

Nous reprenons l'analyse de l'article du journal anglais.

Le mode de mouture adopté en Autriche, dit-il, est tout à fait différent de ceux employés dans les autres pays, par suite de la demande, par la boulangerie autrichienne, de farine d'une blancheur parfaite. C'est une mode du pays qui a donné aux boulangers viennois et à leurs produits une réputation universelle.

Cette extrême blancheur de la farine n'est pas obtenue, comme cela se fait parfois, par l'addition aux farines ordinaires de matières minérales ou autres, mais bien par le mode particulier employé pour moudre le blé, qui a pour effet de séparer les parties externes du blé toujours un peu colorées et dures de la partie centrale, plus tendre et tout à fait blanche.

Mais il faut remarquer que ces parties dures et foncées qui se trouvent vers l'écorce du grain sont plus riches en substances alimentaires azotées, en gluten, que les parties blanches centrales qui sont surtout féculentes, ou peu riches en matières plastiques. L'extrême blancheur de la farine et du pain qu'elle donne est donc une affaire de luxe, un attrait pour l'œil du consommateur : le pain fait de farine bise est plus nourrissant et convient surtout aux classes pauvres qui ne peuvent ajouter à cet aliment une suffisante quantité de viande.

Toutefois, il est juste que les meuniers et les boulangers viennois se conforment à la mode et montent leurs moulins pour obtenir la plus belle farine possible.

La farine blanche est obtenue par une mouture plusieurs fois répétée entre des meules de pierre considérablement écartées d'abord, de façon qu'elles ne fassent que *concasser* le grain ou le réduire en gros *gruaux* n° 1, dont le son se détache en larges plaques assez nettes et faciles à séparer par les appareils à ventilateurs connus ou par un tamisage. Pour le second passage du grain actuellement à l'état de gros gruaux presque débarrassés du son, les meules sont un peu plus rapprochées et elles écrasent les gros gruaux en donnant des gruaux plus petits.

Comme les parties externes des gros gruaux sont plus dures que les parties centrales, elles restent en fragments plus gros, ce qui permet de les séparer par un tamisage des parties blanches obtenues en gruaux beaucoup plus fins mêlés même à une certaine quantité de farine très-blanche; le second passage donne donc des gruaux n° 2 plus de la farine blanche : ces gruaux sont classés en gros ou bis, et en petits ou blancs et repassés séparément entre les meules pour avoir les gruaux n° 3 et beaucoup de farine blanche : on comprend que ces remoulages peuvent être poursuivis plus ou moins loin suivant le règlement des meules : on repasse au moins trois fois et au maximum douze fois. Le dernier passage des gruaux a lieu entre deux meules très-rapprochées. Dans ces divers passages, on obtient à chaque fois une certaine proportion de fleur de farine qui, en totalité, ne dépasse pas 33 p. 100 du poids du blé, le reste est de la farine ordinaire et de la farine bise encore très-belles, et pouvant donner de très-bon pain, mais n'ayant pas la parfaite blancheur de celui qui est fait avec la fleur de farine.

Les meules de ce moulin marchent relativement à une faible vitesse : 110 à 115 tours par minute. Cette limite ne peut être dépassée, car l'échauffement de la farine doit être soigneusement évité, d'autant plus que tous les moyens de refroidir adoptés ailleurs, tels que l'humectation du blé, les courants d'air frais entre les meules, etc., ont l'inconvénient de diminuer la qualité de la belle farine.

Le grain est donc moulu à un parfait état de siccité : il est d'abord amené dans les appareils de nettoyage vus en élévation et en coupe dans les détails de la planche XL, et passe dans un crible à ventilateur dont le premier trie le grain suivant les grosseurs tandis que l'autre appareil enlève les matières de moindre densité et les jette dans des réceptacles spéciaux.

Les grains nettoyés sont portés par des élévateurs de grains aux meules qui donnent les gros gruaux n° 1 : les détails d'une paire de ces meules sont donnés en coupe et en élévation dans la planche XL; elles sont distantes de 3 millimètres et un sixième.

Le résultat de chaque mouture, nous l'avons déjà dit, est la production de gruaux de dimensions décroissantes et d'un peu de blanche farine; mais ce que le meunier cherche surtout dans le premier passage du blé, c'est de produire aussi peu de farine que possible, puis dans les passages successifs, à faire des gruaux inégaux, durs et gros, tendres et fins, faciles à séparer, les derniers passages seuls donnant la fleur de farine.

Le moulin dont nous venons de parler est un des plus beaux du continent, et il marche au grand profit de la Compagnie qui l'a fait établir. J.-A. GRANDVOINNET.

**Bluterie perfectionnée de Savory.** (Pl. XL.)

Lorsque les bluteries ordinaires à tissu de soie reçoivent immédiatement la farine en rames au sortir des meules, le son et les recoupes ont à traverser lentement tout l'appareil. On comprend donc qu'une partie de farine grossière et même du petit son puisse passer avec la belle farine et *piquer* celle-ci dont l'apparence est ainsi moins belle.

Le journal anglais l'*Artizan* donne une figure représentant une disposition brevetée de M. Savory. Les explications qui accompagnent le dessin sont fort obscures. Il semble que l'idée de l'inventeur consiste dans une espèce de division du travail qui aurait, suivant nous, l'avantage de restreindre la durée du passage des issues dans les blutoirs.

La farine brute ou en rames, au sortir des meules, tombe dans la trémie A, au bas de laquelle un appareil rotatif B règle l'entrée des produits dans la première bluterie qui doit être une toile métallique contre laquelle des brosses tournent et forcent la farine à passer au travers des mailles, tandis que le son et les issues descendent rapidement et tombent au dehors.

Le second appareil est une bluterie à tissu de soie : elle ne reçoit que de la farine et peut-être un peu de son; mais si le tamis supérieur est assez fin, il n'y aura dans la seconde bluterie que de la belle farine. La plus belle traverse immédiatement e tissu de soie qui n'a qu'à classer les premières qualités de farine, ce qu'on obtient en plaçant sur les bobines des tissus de soie des numéros convenables. La plus belle farine tombe dans la première case P qui lui est destinée.

Le journal l'*Artizan* qui donne le dessin de cette bluterie la croit moins sujette à rupture et à usure que les appareils ordinaires, et il fait remarquer que l'on peut facilement transformer les bluteries ordinaires en y adaptant le système breveté.

J.-A. GRANDVOINNET.

**Souffleur Root pour cubilots et forges.** (Pl. XL.)

Lorsqu'il s'agit de fournir l'air nécessaire à la combustion dans les appareils métallurgiques, on se sert le plus souvent de machines soufflantes, à pistons alternatifs, bien connues. Pour les cubilots et surtout pour les feux de forges on emploie de grands soufflets de forges mus à la main, ou des ventilateurs rotatifs qui se multiplient beaucoup aujourd'hui dans les plus petits ateliers de construction. Le journal anglais, l'*Ingénieur*, donne une vue et une coupe d'un souffleur rotatif nouveau, construit par MM. P.-H. et F.-M. *Root*, de Connersville (États-Unis), qui paraît se répandre beaucoup en Amérique.

Il se compose d'une enveloppe cylindrique en fonte fermée des deux bouts par des disques en fonte boulonnés sur les brides du cylindre. Dans cette enveloppe étanche tournent en sens opposés deux pistons en fonte garni de bois à leur superficie : ces pistons ont une forme telle, qu'ils travaillent l'un après l'autre comme le montre la figure.

Ils sont comparables à deux engrenages à deux dents qui se conduiraient l'un l'autre; mais les inventeurs n'ayant pas donné tout à fait la forme mathématique indispensable à cette conduite, ils l'obtiennent par des engrenages ordinaires placés à l'extérieur sur le prolongement des arbres des pistons. Ils tournent avec une vitesse de 150 à 400 tours par minute, suivant la quantité et la vitesse de l'air que l'on veut souffler sur le foyer.

La rotation des pistons a pour effet de faire le vide derrière eux et de presser l'air en avant.

L'air extérieur pénètre donc dans le souffleur par les orifices inférieurs A et est poussé par les pistons dans un tuyau adapté en B et allant jusqu'aux *tuyères*.

D'après le journal anglais, ces souffleurs exigeraient moins de force motrice et moins de réparations que les ventilateurs. Il recommande aussi de faire les joints de l'appareil et des tuyaux parfaitement étanches, et proscrit l'emploi de tuyaux en poteries ou de conduits en briques pour les soufileries exigeant, comme ici, une certaine pression d'air.

J.-A. Grandvoinnet.

---

# REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

Par M. **H. DUFRENÉ**, ingénieur civil.

---

Pompe à refoulement variable. — Machine à décortiquer le riz. — Pile au magnésium. — Production de l'ozone. — Métiers à cirer les fils. — Chemin de fer souterrain. — Puddlage mécanique. — Moyens d'introduire du tungstène dans la fonte. — Laminoir équilibré. — Glaçure à reflets irisés.

---

M. Samain de Blois, auquel on doit entre autres choses une machine à vapeur à action directe sans volant ni manivelle, vient d'imaginer une disposition de pompe permettant d'utiliser la détente de la vapeur dans une pareille machine, malgré l'absence d'un volant.

Le problème était posé de la manière suivante : étant donnée la tige d'un piston à vapeur sur lequel la pression est variable, lier cette tige à celle d'une pompe, de telle façon qu'à chaque variation de pression corresponde une modification de même sens dans la quantité d'eau élevée ; en un mot, maintenir une vitesse uniforme en établissant à chaque instant de la course l'égalité entre le travail moteur et le travail résistant.

Voici comment l'inventeur y est arrivé : le cylindre est placé au-dessus du corps de pompe, et tous deux ont un axe vertical commun. La tige du cylindre à vapeur porte une crémaillère à double face engrenant à droite et à gauche avec un secteur circulaire denté portant vers sa circonférence un tourillon sur lequel viennent s'ajuster les coussinets d'une tête de bielle. Les deux secteurs dentés qui reçoivent par ce moyen un mouvement circulaire alternatif oscillent sur deux axes placés dans un plan horizontal et symétrique par rapport à l'axe du cylindre. Le corps de pompe contient deux pistons et porte en bas un clapet d'aspiration s'ouvrant de bas en haut. Le piston inférieur reçoit directement son mouvement de la tige du piston à vapeur sur laquelle est installée plus haut la double crémaillère dont nous venons de parler. Ce piston est fait dans le genre des pistons Letestu : en descendant, il passe à travers l'eau, en remontant il devient étanche. L'orifice du refoulement est situé entre la limite supérieure de sa course et la limite inférieure de la course du second piston. La tige de celui-ci est formée d'un tube qui enveloppe celle du premier piston et qui porte au-dessous de son presse-étoupes deux tourillons recevant les têtes inférieures des bielles fixées aux secteurs oscillants. L'appareil étant ainsi établi, la course du piston inférieur est égale à celle du piston à vapeur, et celle du piston supérieur a pour mesure la projection verticale de la course des tourillons des bielles fixes aux secteurs.

Supposons le piston moteur au bas du cylindre : les pistons de la pompe sont alors au bas de leurs courses, et les tourillons des bielles motrices aux points les



plus éloignés des crémaillères. Quand la vapeur est introduite, le piston moteur entraîne les deux autres avec des vitesses différentes : celle du piston inférieur est égale à la sienne propre, celle du piston supérieur est d'abord presque nulle et s'accroît progressivement à mesure que les tourillons des bielles s'approchant de la crémaillère, la projection verticale de leur vitesse (c'est-à-dire la vitesse du piston lui-même) augmente jusqu'à devenir égale à celle du piston moteur au haut de la course. Dès lors, pendant cette ascension, l'espace compris entre les deux pistons de la pompe a diminué d'abord très-vite, la vitesse du piston supérieur étant presque nulle au commencement de la course, puis plus lentement à mesure que la vitesse de ce piston a augmenté; enfin cet espace reste sensiblement constant dans les derniers moments de la course à l'instant où la vitesse du piston supérieur tend à devenir égale à celle du piston inférieur. Il est facile de s'assurer que le refoulement provient uniquement du rapprochement de ces deux pistons et que la quantité d'eau élevée à chaque instant diminue à mesure que la différence des vitesses des deux pistons diminue elle-même, c'est-à-dire à mesure que la détente augmente. La descente du piston moteur produit également les mêmes résultats.

---

M. Perre, constructeur à Avignon, a trouvé le moyen d'appliquer le caoutchouc à la décortication du riz. Dans le moulin qu'il a imaginé, le grain est froissé entre deux meules plates ou coniques, toutes deux revêtues de caoutchouc ou disposées de telle sorte que l'une des deux soit doublée d'une plaque de caoutchouc, tandis que l'autre est formée d'une pierre dure quelconque appropriée à cet emploi.

L'appareil en lui-même diffère peu d'un moulin ordinaire; le grain arrive par le centre de la meule supérieure qui présente en outre une disposition spéciale permettant de laisser tomber dans l'intervalle qui la sépare de la meule inférieure un corps dur réduit en poudre grossière, mais composée de grains plus petits que le riz à décortiquer. On peut employer le sable, l'émeri ou une matière dure analogue.

Le riz est ainsi froissé par la surface des meules et par le contact de cette poudre, et quand la force centrifuge a projeté le mélange au dehors, il est reçu sur une toile métallique qui retient le riz décortiqué et ses enveloppes, en laissant passer le sable. L'action d'un ventilateur débarrasse le riz de ses enveloppes, et ce même ventilateur, agissant sur la poussière qui a traversé les mailles de la toile, la pousse dans un classeur, où on peut la recueillir pour la faire servir de nouveau.

La manière de fixer les plaques de caoutchouc sur la base métallique des meules adoptées par l'inventeur présentait quelques difficultés, surtout à cause de l'impossibilité du collage au moyen de matières résineuses.

En effet, ce moyen réussit bien quand on emploie des meules en bois; mais dans les pays de production du riz, la chaleur ne permet pas de s'en servir. Pour résoudre cette difficulté, l'inventeur commence par étamer le disque métallique dont il se sert, et il pose sur la couche d'étain en fusion une toile métallique également étamée. Il produit ainsi une surface très-rugueuse sur laquelle il applique le caoutchouc, en interposant une matière collante inattaquable par la chaleur, comme la gomme arabique.

---

La nouvelle pile de M. Thomassi est une application du magnésium à la production de l'électricité. Voici comment on la construit. Dans un vase en verre, on place un couvercle percé de deux trous munis de substances isolantes à travers lesquelles on fait passer d'un côté un fil de platine descendant presque jusqu'au fond du vase, de l'autre un fil de magnésium s'arrêtant au même niveau. Les deux extrémités de ces fils sont mis en communication avec le circuit dans lequel doit passer le cou-

rant. Une lame de verre fixée au couvercle sert à séparer l'un des fils de l'autre, et plonge dans le liquide de la pile, que l'on produit de la manière suivante : On verse dans une dissolution concentrée et bouillante de chlorure de sodium, du bisulfate de mercure, et on laisse refroidir le mélange. Il se dépose des cristaux que l'on sépare du liquide, et ce sont les eaux-mères que l'on emploie pour charger cette pile, dans laquelle on peut, d'après l'inventeur, remplacer le platine par le charbon.

A propos d'électricité, M. Planté propose, dans la production de l'ozone pour les usages médicaux et industriels, de substituer le plomb au platine dont on se sert actuellement. Lorsque, dans la décomposition de l'eau au moyen de la pile, on emploie une lame de plomb au lieu d'un ruban de platine, l'oxygène se dégage avec une très-grande rapidité, sans attaquer notablement le métal employé. Il se forme seulement, pendant les premiers instants, une couche mince de peroxyde qui protége le plomb ainsi recouvert contre une oxydation plus profonde.

---

La fabrication du fil enduit de cire ou d'un apprêt quelconque se fait maintenant d'une manière régulière, au moyen du métier imaginé par MM. Thiviez (de Lille). Le fil qu'il s'agit d'enduire est enroulé sur une bobine, et passe de là à travers un distributeur doué d'un mouvement de va-et-vient qui le présente à une brosse tournant dans un bain de la substance dont on veut pénétrer ou recouvrir ce fil. L'appel est déterminé par deux rouleaux compresseurs dont la vitesse peut être variée à volonté, suivant la ténuité du fil et suivant la quantité et la nature de l'enduit. Entre ces rouleaux et la brosse se trouvent deux coussins dont la fonction consiste à régulariser la quantité de cire qui doit rester adhérente au fil. Dans ce but, ils peuvent avoir des dimensions et des formes variables, tandis que la pression à exercer sur le fil doit être également appropriée à sa grosseur et à sa nature.

Après les cylindres d'appel, plusieurs rouleaux sont disposés à la suite les uns des autres, et le fil est forcé de passer sur leur surface en embrassant une partie de leur circonférence au moyen de rouleaux intermédiaires plus petits, dont l'interposition donne à la route suivie par le fil la forme d'un zigzag plus ou moins prononcé. Le but de cette disposition est de déterminer un contact prolongé entre le fil et la surface des rouleaux, afin de le lisser et de le rendre propre aux usages auxquels on le destine.

Au sortir de ces rouleaux, le fil est emmagasiné sur des bobines, à la manière ordinaire. Ce métier occupe un très-petit espace, et la distance verticale parcourue par le fil ne dépasse pas cinquante à soixante centimètres. Il dispense de faire passer le fil entre deux morceaux de cire solide, comme on le fait encore aujourd'hui, et donne un produit beaucoup plus régulier.

---

On sait que dans la question des chemins de fer souterrains à Paris, une des plus grandes difficultés qu'on rencontre, c'est la nécessité où l'on se trouve d'établir la voie au-dessous des égouts ou de passer par-dessus leur voûte, à travers l'espace qui les sépare de la chaussée. M. Mantion, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, propose un moyen de trancher la difficulté. Suivant lui, il suffit de diminuer la hauteur du matériel roulant au-dessus de la voie, et de la réduire à environ 2 mètres 40 centimètres. Avec ces dimensions, on peut passer par-dessus les égouts, à la condition toutefois d'établir sous la chaussée une voûte très-mince ou un plancher en fer.

Pour réduire la hauteur des wagons à ces dimensions, M. Mantion propose deux



moyens. L'un d'eux, pouvant être adopté si on ne tient pas à conserver l'écartement normal des rails, l'autre applicable s'il est nécessaire de maintenir les mesures de la voie des grandes lignes. Dans le premier cas, les roues sont placées en dehors des voitures, dont la position est abaissée de telle sorte que leur partie inférieure rase le sol. Les wagons sont alors divisés en quatre compartiments, et les essieux sont logés dans l'intervalle qui sépare le premier du second, et le troisième du quatrième. Dans le second cas, c'est-à-dire si l'écartement normal des rails doit être maintenu, le niveau des voitures est également abaissé, et alors les roues trouvent leur place dans une sorte de boîte placée au-dessus de chacune d'elles à l'intérieur des voitures.

Par cette disposition, l'inventeur peut diminuer la hauteur des wagons d'une manière suffisante pour pouvoir faire passer un chemin de fer souterrain entre le sol et l'extrados des voûtes d'égout à Paris. L'installation d'un pareil chemin de fer serait certainement très-facile, les tranchées n'excéderaient pas 2,80 à 2,90 de profondeur, et pourraient être pratiquées à ciel ouvert dans les mêmes conditions que celles qu'on fait pour la construction des égouts.

---

M. Dormoy, attaché aux forges de Rimaucourt, a eu une idée ingénieuse qui, si elle réussit à passer dans la pratique, rendra un grand service aux ouvriers puddleurs, dont le travail, on le sait, est des plus pénibles. Tout en réservant à l'ouvrier la formation des balles qui nécessite à la fois sa force et son intelligence, l'inventeur confie à un moyen mécanique le soin du brassage du bain métallique ou puddlage proprement dit.

Pour réaliser cette idée, M. Dormoy dispose au-dessus du four une transmission consistant principalement en un long tambour dont le mouvement est produit par le moteur général de l'usine, puis communiqué, par l'intermédiaire d'une courroie ou d'une corde, à l'outil dont se sert l'ouvrier. Cet outil se compose de deux parties tournant l'une sur l'autre : la première, celle qui baigne dans la fonte, est terminée, à l'intérieur du four, par un renflement de forme appropriée aux mouvements qu'elle doit produire dans la masse, et à l'extérieur du four par une poulie recevant la corde enroulée sur le tambour. La seconde partie de l'outil, celle qui est dans les mains de l'ouvrier, reçoit la première et lui sert d'axe.

La chose étant ainsi disposée, l'ouvrier tenant l'une des extrémités de l'outil, engage l'autre dans la fonte liquide, et l'impulsion lui étant donnée, la rotation détermine un mouvement considérable dans le bain. La vitesse de l'outil doit être très-grande dans les premiers temps de l'opération ; M. Dormoy la porte à mille tours par minute; elle doit diminuer à mesure que la fonte s'affine, et en même temps la forme de l'outil qui pénètre dans la fonte doit être modifiée. Quand le fer s'agglomère, on revient au procédé ordinaire. Ce moyen semble plus pratique que celui qui a été récemment proposé par M. Ménélaus, directeur des forges du Dowlais, et qui consiste à faire tourner mécaniquement le four à puddler lui-même.

---

M. Le Guen s'est préoccupé de la question d'introduire dans la fonte une quantité considérable de tungstène, soit pour favoriser sa conversion ultérieure en acier d'une nature particulière, soit pour lui communiquer une dureté et une résistance plus considérables. Comme on l'a toujours fait jusqu'ici, l'inventeur se sert pour cela du wolfram pulvérisé, mais il l'emploie d'une autre manière. Suivant lui, on commence par ajouter au wolfram réduit en poudre environ 10 p. 100 de



son poids de chaux vive, et le produit ainsi obtenu est mélangé à du brai sec en quantité suffisante pour arriver, au moyen d'une pression énergique, à constituer des briquettes agglomérées d'une grosseur appropriée à l'usage qu'on veut en faire. On emploie ces briquettes dans un cubilot, en les chargeant alternativement avec les gueuses et le combustible, et en ayant soin de diminuer la quantité de castine ordinairement ajoutée comme fondant, puisqu'une certaine quantité de chaux préexiste dans les briquettes. En suivant ce procédé, la presque totalité du tungstène contenu dans le wolfram passe dans la fonte, et M. Le Guen est ainsi parvenu à produire des fontes contenant jusqu'à 8 p. 100 de tungstène.

---

MM. Spencer et Corkindale ont introduit dans la construction des laminoirs une modification heureuse qui empêche les cylindres de se rompre quand, pour une cause quelconque, la pression excède leur degré de résistance. La disposition adoptée par les inventeurs est la suivante : la vis qui sert à régler la distance des cylindres ainsi que son écrou peuvent glisser dans le sens vertical dans la traverse supérieure de la cage. Ils sont pressés par une plaque qui surmonte l'écrou et qui porte à droite et à gauche deux longues tiges taraudées passant à travers les cages, et venant sous la plaque de fondation s'assembler à une traverse en fer. Cette traverse passe sous un levier prenant son point d'appui sur un axe traversant une chappe fixée également sous la plaque de fondation. L'extrémité opposée de ce levier porte un contre-poids en fonte destiné à faire équilibre à la pression que tend à soulever le cylindre supérieur. Cette pression étant toujours très-considérable, il y a intérêt à diminuer autant que possible le volume du contre-poids, aussi le rapport des deux bras de levier est-il très-grand.

Quand on fait passer une barre de fer ou une tôle entre les cylindres, et que, par suite d'un accident quelconque, un outil, par exemple, vient à s'engager, l'énorme pression qui en résulte soulève la vis et son écrou, et, par suite, la plaque supérieure. La traverse d'en bas se trouvant sollicitée par les tiges verticales vient exercer son action sous le levier et soulève le contre-poids qui doit être calculé de manière à agir sur le cylindre supérieur assez énergiquement pour ne pas être soulevé au moindre effort anormal.

Les inventeurs proposent d'agir de même, s'il le faut, sur le cylindre inférieur : la disposition qu'ils adoptent dans ce cas est analogue à la précédente, avec cette différence que le point d'appui du levier devient intermédiaire entre la puissance et la résistance, et que l'effort produit s'exerce de haut en bas, au lieu d'agir de bas en haut, comme dans le premier cas.

---

Nous avons à signaler, dans l'industrie céramique, un nouveau procédé dû à MM. Anthoine et Genoud, pour une glaçure nouvelle produisant de très-jolis effets. Le procédé consiste à faire dissoudre dans l'eau régale partie égale de platine et d'aluminium, afin d'obtenir un chlorure de platine et d'aluminium, qu'on mélange avec de l'émail de Limoges en poudre. Supposons qu'il s'agisse de revêtir de cette glaçure une pièce de porcelaine, on étend le mélange à sa surface par les moyens ordinaires, et on porte la pièce au four pour en amener la vitrification. L'action de la chaleur, et probablement aussi celle des gaz réducteurs du four, donnent à la surface de la porcelaine un éclat métallique particulier.

Un procédé analogue peut être employé pour la faïence. Les inventeurs se servent du même sel pour obtenir, avec des émaux, des baguettes destinées à faire de petits objets possédant un éclat métallique, et aussi pour imiter les perles natu-

relles. Pour cela, l'objet étant fabriqué avec cet émail, on le met tremper dans une dissolution très-étendue d'acide fluorhydrique, de manière à amener le mat de la surface. On augmente ensuite par les procédés connus, puis on passe au blanc. On arrive aussi, en modifiant légèrement ce procédé, à produire sur la surface des poteries et des émaux des teintes chatoyantes et irisées d'un très-joli effet. Pour y arriver, la pièce étant glacée comme il est dit ci-dessus et placée dans une moufle, on projette dans le four, au moment où la cuisson est terminée, du perchlorure d'étain, dont la vapeur, au contact de la surface glacée, produit l'effet désiré.

H. DUFRENÉ, ingénieur civil,
ancien élève de l'École centrale.

---

## CORRESPONDANCE.

A M. Lacroix, directeur des *Annales du Génie civil.*

Paris, 10 décembre 1866.

Monsieur le Directeur,

Vous comprenez si bien le rôle de la publicité industrielle, que nous espérons vous voir accueillir la note que nous avons l'honneur de vous adresser. Il s'agit d'ailleurs d'une question que vous connaissez parfaitement, puisqu'elle a déjà été traitée, dans votre estimable journal, par un de nos ingénieurs les plus compétents en fait de machines à vapeur, M. Gaudry.

Agréez, monsieur, l'assurance de notre considération distinguée.

LAURENS et THOMAS.

---

## NOTE

### AU SUJET D'UN ARTICLE **Chaudières de l'Exposition.**

Les *Annales du Génie civil* contenaient, dans le numéro de novembre dernier, un article de M. O. Grenier sur les chaudières à vapeur construites par M. Chevalier(de Lyon). On n'aurait, pour cet article très bien écrit, que des félicitations à adresser à l'auteur, s'il eût été mieux renseigné sur les faits qu'il traitait : car alors il se fût trouvé en mesure d'éviter toute énonciation et toute appréciation sujette à conteste. Malheureusement, quelques rectifications sont nécessaires.

Il s'agit spécialement *de la chaudière tubulaire à foyer amovible*, fort répandue déjà dans l'industrie, et que diverses expositions françaises et étrangères, nombre de publications techniques ont appris appartenir à MM. Laurens et Thomas, ingénieurs. Dans l'article précité, on ne néglige pas complétement de tenir compte de cet état de choses, puisqu'il y est parlé avec éloge de M. Thomas.

Mais après avoir été amené à reconnaître que le principe et l'application de ce système de générateur sont absents du brevet Chevalier, et qu'ils se trouvent seulement dans le brevet de MM. Laurens et Thomas, l'auteur ne tire pas de ces prémisses la conclusion inévitable que le système de chaudière tubulaire, dénommé par ces ingénieurs *à foyer amovible*, appartient exclusivement à leur Titre.

On commettrait l'erreur la plus grave en attribuant, au contraire, à M. Chevalier un certain droit de parcours dans cette dernière propriété. Bien moins encore lui serait-il facultatif d'en prendre possession.

On retrouvera dans une brochure de MM. Laurens et Thomas et *à fortiori* dans le brevet qui leur appartient, les propriétés spécifiques du système que l'article en question énonce parmi les particularités servant de bases aux chaudières de M. Chevalier : ainsi, réserve d'eau à haute température, démontage et remontage faciles, nettoyages, dilatation, emploi exclusif des formes cylindriques, générateurs à deux foyers adossés et à deux façades, réchauffeurs, etc., etc.

Il faut s'empresser d'ajouter que toutes les variétés de chaudières que M. Chevalier s'est plu à construire, anglaises ou françaises, verticales ou horizontales, ne sont pas nécessairement conformes aux principes ci-dessus rappelés.

Le domaine public possède nombre de chaudières tubulaires. Aussi l'expression de *chaudière à foyer amovible*, aussi bien que celle de *machine mi-fixe* ou *demi-fixe*, constitue-t-elle réellement une firme commerciale, dévolue aux maisons qui ont le droit de construire ces appareils. Ces dénominations; en effet, ont été appliquées pour la première fois à ces appareils par leurs auteurs eux-mêmes.

---

Nous recevons la lettre suivante à propos d'un article qui a paru dans notre livraison précédente :

A Monsieur le directeur des *Annales du Génie civil.*

Turin, 7 décembre 1866.

Monsieur,

Nous sommes informés que, dans le dernier numéro des *Annales du Génie civil*, le nouveau procédé de photogravure, récemment breveté par nous en France et ailleurs, se trouve mentionné comme étant de *notre* invention.

Ne désirant pas nous approprier un mérite qui ne nous appartient point, nous déclarons que nous ne sommes pas les inventeurs du procédé en question; procédé qui est dû pour la plus grande partie à un personnage avec qui nous nous trouvons en relations d'affaires, et qui désire pour des raisons personnelles tenir pour le moment encore son nom secret.

Ayez la complaisance, s'il vous plaît, Monsieur, de faire insérer soit ce billet, soit une déclaration au même effet dans le prochain numéro de votre estimable publication.

Vos obéissants serviteurs,

François Kossuth, Louis-Théodore Kossuth.

---

## JURISPRUDENCE INDUSTRIELLE[1].

**Entrepreneurs de travaux publics. — Eaux déversées sur une propriété riveraine. — Action en dommages-intérêts formée par le propriétaire. — Compétence.**

D'après l'art. 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII : « Le conseil de préfecture prononce sur les réclamations de particuliers qui se plaignent de torts et dommages

1. M. Émion, avocat à la Cour impériale, conseil judiciaire des *Annales du Génie civil*, reçoit au bureau du Journal les communications de MM. les Abonnés.



procédant du fait personnel des entrepreneurs de travaux publics et non du fait de l'administration. »

Cette disposition est-elle applicable alors même que le dommage a lieu non sur le chantier même des travaux, mais sur un terrain y attenant? Telle est la question qui se trouvait soumise dernièrement à la cour de Paris dans les circonstances suivantes :

MM. Coignet frères, entrepreneurs de travaux publics, construisaient un égout dans une des rues de Paris, lorsque, par suite d'un orage, les eaux accumulées menacèrent de détruire les travaux déjà exécutés, l'égout ne pouvant encore leur donner passage dans l'état où il se trouvait. MM. Coignet crurent alors devoir percer le mur d'une propriété riveraine et firent déverser les eaux par une tranchée qu'ils ouvrirent sur le terrain sis en contrebas de la rue.

A la demande en dommages-intérêts formée devant le tribunal civil par les propriétaires du mur et du terrain, MM. Coignet opposèrent une exception d'incompétence fondée sur l'article précité de la loi de l'an VIII.

Le tribunal se déclara compétent en donnant pour motif : « Que les demandeurs « ne se bornaient pas à attribuer le préjudice à ce que par l'effet de travaux exé- « cutés exclusivement sur la rue, les eaux auraient envahi la propriété privée; que, « suivant leurs prétentions, le fait des frères Coignet aurait consisté à pratiquer « tout exprès en dehors de la ligne du sol public, d'abord un percement de la clô- « ture appartenant à Scelle, et ensuite une tranchée sur le terrain même dudit « Scelle;

« Que les défendeurs, en excipant de ce que la confection de l'égout était com- « mandée par l'administration, ne prétendaient pas que celle-ci leur eût commandé « le percement allégué et la tranchée à travers la propriété de Scelle;

« Attendu que les défenseurs étaient entrepreneurs en deçà de la rue, et non au « delà..... »

Mais la cour a infirmé la décision des premiers juges en se fondant sur ce que :

« Aux termes de l'article 4 précité, la juridiction administrative est seule com- « pétente pour prononcer sur les réclamations des particuliers qui se plaignent de « torts et dommages procédant du fait personnel des entrepreneurs de travaux « publics;

« Qu'il est incontestable que le dommage dont excipent les intimés a été la con- « séquence immédiate, nécessaire et directe de travaux publics exécutés par les « appelants pour le compte de l'administration, et provient de leur fait personnel « comme entrepreneurs de travaux publics;

« Que peu importe que ce dommage ait eu lieu non pas précisément sur le chan- « tier même des travaux, mais sur un terrain y attenant;

« Que cette distinction ne résulte d'aucun des termes de la loi du 28 pluviôse « an VIII; qu'elle est repoussée par son texte comme par son esprit;

« Qu'il ne s'agit pas, dans l'espèce, d'une occupation permanente portant atteinte « à aucun droit de propriété, mais d'une mesure temporaire, urgente, se rattachant « à l'exécution de l'acte administratif, objet du marché, et rendue indispensable « par un événement imprévu, pour lequel l'administration ne pouvait donner à « l'avance aucune autorisation spéciale[1]... »

Comme on le voit, la question se réduit à un point de fait, celui de savoir si le dommage dont on se plaint est la conséquence « immédiate, nécessaire et directe « de travaux publics exécutés pour le compte de l'administration. »

1. Arrêt du 6 juillet 1866. (*Gazette des Tribunaux* des 27 et 28 août.)

**Éclairage au gaz. — Industrie libre. — Compteur. — Droits de l'administration de refuser le gaz.**

Les maires des grandes villes passent d'ordinaire des traités avec des compagnies d'éclairage par le gaz pour le service de la ville; c'est ce qui a eu lieu pour le chef-lieu du département de l'Hérault. Le traité porte que, pendant sa durée, la ville de Montpellier ne pourrait pas autoriser toute autre compagnie à placer des tuyaux conducteurs de gaz dans les rues de la ville.

En novembre 1865 s'éleva la question de savoir si la Compagnie avait le droit exclusif de fournir les appareils dits compteurs, servant à mesurer l'éclairage des consommateurs.

Un sieur Couzet, ayant établi un café dans la ville de Montpellier, s'adressa à la Compagnie du gaz pour obtenir l'éclairage; mais il prétendit avoir le droit de se fournir d'un compteur où bon lui semblerait, pourvu qu'il réunît les conditions exigées, et refusa celui que lui offrait la compagnie, au prix ordinairement accepté. En présence de son refus, la Compagnie déclara à Couzet qu'elle ne lui délivrerait point le gaz. Couzet assigna alors la Compagnie du gaz devant le tribunal de commerce, afin de se voir condamner en 300 fr. de dommages pour avoir refusé de lui délivrer le gaz sous le prétexte qu'il s'était pourvu ailleurs que chez elle d'un compteur; que ce refus lui occasionnait un grave préjudice, et il concluait, qu'en outre des 300 fr. de dommages, la Compagnie fût condamnée à lui payer 25 fr. par jour de retard à partir du jour du jugement à intervenir; subsidiairement il demandait qu'il fût procédé par experts à la vérification de l'appareil établi chez lui, pour en constater l'état.

Le tribunal décida que, du moment où aucune autorité compétente n'était désignée pour recevoir ou refuser les appareils, cette responsabilité incombait à la compagnie et que, dès lors, il était juste de lui reconnaître le droit de fournir et poser les appareils y compris le compteur. Mais il jugea en même temps :

« Que le privilége accordé pour la satisfaction d'un besoin d'intérêt général « entraîne nécessairement avec lui l'obligation pour la Compagnie privilégiée de « satisfaire à ce besoin, d'où il suit qu'elle ne peut se refuser à délivrer le gaz;

« Que la ville, dans son traité, n'ayant fait aucune stipulation pour les prix et les « conditions auxquels la Compagnie devait traiter avec les particuliers, a réservé à « ceux-ci l'entière liberté de leurs droits, c'est-à-dire l'obtention du gaz à un prix « convenable pour toutes les parties;

« Que si la Compagnie n'a pas demandé que la ville traitât d'accord avec elle les « prix et conditions auxquels elle délivrerait le gaz aux particuliers, ce n'est pas « une raison pour qu'elle puisse leur imposer toutes les exigences qui n'auraient « d'autres limites, dans son intérêt, qu'une légère différence avec tout autre mode « d'éclairage, et hors de son intérêt que son caprice, ce qui équivaudrait au droit « de refuser le gaz;

« Qu'en présence du privilége et en l'absence de toute convention pour le prix « et les conditions, si la Compagnie et les particuliers ne peuvent s'entendre à « l'amiable, il appartient aux tribunaux d'arbitrer. »

En conséquence, il condamna la Compagnie à fournir le gaz au sieur Couzet et nomma en même temps un expert chargé de donner son avis sur le prix qu'il serait juste de fixer pour la fourniture du compteur.

Sur les appels réciproques du sieur Couzet et de la Compagnie, la Cour de Montpellier a infirmé le jugement. Elle a donné complétement gain de cause à la Compagnie et l'a renvoyée des demandes formées contre elle en lui donnant acte de l'offre par elle faite de fournir le gaz au sieur Couzet aux mêmes conditions et de la même manière qu'à tous les autres abonnés.

« Considérant, dit-elle, que le premier juge a reconnu à la Compagnie le droit de « fournir elle-même le compteur, mais au prix agréé entre les parties ou arbitré « par experts en cas de désaccord; que cette restriction porte manifestement at- « teinte aux principes sur lesquels repose la liberté commerciale et infère grief à « la Compagnie[1]. »

Ce motif nous paraît assez étrange, nous ne craignons pas de le dire, car nous ne voyons pas en quoi la liberté commerciale se trouve protégée par l'arrêt de la Cour. Nous ne comprenons pas pour notre part que l'acheteur n'ait pas le droit de discuter le prix fixé par le vendeur exerçant un privilége.

Il est vrai que d'après un des considérants de l'arrêt : « Le commerce étant libre « en France, la Compagnie concessionnaire est protégée par les principes du droit « commun sous l'égide desquels elle exerce son industrie; que de là résulte pour « elle la faculté de vendre ses produits aux prix et conditions qu'elle croit con- « venables, le consommateur étant, de son côté, libre de les accepter ou de les « refuser. »

Mais nous nous demandons comment le sieur Couzet pourrait refuser les produits de la Compagnie, du moment où on ne lui reconnaît pas le droit de s'en procurer ailleurs.

Le tribunal avait, suivant nous, très-nettement établi l'existence du privilége de la Compagnie dans le motif suivant : « Attendu qu'on ne saurait soutenir qu'il n'y « a pas privilége, parce qu'on peut s'éclairer de toute autre manière, l'essence du « privilége étant de jouir d'un droit prohibé à tout autre, ce qui existe dans l'es- « pèce actuelle;... qu'on aurait autant de raison de soutenir qu'il n'y a pas privi- « lége pour les chemins de fer, parce qu'on peut faire les mêmes trajets en voiture « ou bien encore à pied. » Par exemple, de Paris à Marseille!

Il est d'autant plus étrange de voir la Cour se fonder sur la liberté du commerce que nous trouvons dans le même arrêt un considérant ainsi conçu : « Que Couzet « soutient vainement le contraire en prétendant que le monopole créé au profit de « la Compagnie doit être restreint à la vente obligatoire du gaz, et ne saurait s'ap- « pliquer aux appareils et compteurs à l'usage des particuliers. »

Nous pensons, quant à nous, que les Compagnies chargées de l'éclairage des villes ne peuvent imposer aux consommateurs les prix et conditions qui leur conviennent.

Nous devons dire qu'il existe plusieurs arrêts dans le sens de celui que nous combattons (Cour d'Aix, 31 mars 1846, Dalloz, 2e part., p. 176, nouvelle édition, vo *Industrie*. — Dijon, 20 décembre 1850, *Journal de l'Éclairage au gaz*, 1862, p. 55. — Lyon, 4 mai 1843, Sirey, 1843, 2, 324). Mais nous pouvons, d'un autre côté, citer à l'appui de notre opinion un arrêt de la Cour de Paris du 5 mars 1846 (Sirey, 1846, 2, 149) et un arrêt de la Cour de Rouen du 5 mai 1846 (Sirey, 1846, 2, 525).

1. *Gazette des Tribunaux* du 23 septembre 1866.

V. ÉMION,
avocat à la Cour impériale.

---

**AVIS**. — *L'abonnement à la 6e année des* **Annales du Génie civil** *commençant le 1er janvier 1867, nous prions MM. nos abonnés de nous faire tenir le montant de leur renouvellement par un mandat sur la poste ou une valeur sur Paris.*

---



## PUBLICATIONS TECHNOLOGIQUES ÉTRANGÈRES.

---

Le journal spécial que publie à Londres M. Zerah Colburn, sous le titre *Engineering*, qui embrasse toutes les branches de l'art de l'ingénieur, a pris rapidement la première place parmi les publications technologiques de l'Angleterre.

Nous avons cru faire chose agréable à ceux de nos abonnés qui sont familiarisés avec la langue anglaise en prenant avec M. Zerah Colburn des arrangements qui nous permettent de leur donner chaque semaine le journal *Engineering* au prix de 50 cent. la livraison.

Nous recevrons aussi toutes les communications que nos abonnés pourraient désirer transmettre au directeur de cette publication anglaise.

Par contre, et à titre de réciprocité, M. Zerah Colburn a bien voulu se charger de propager en Angleterre nos *Annales du Génie civil*, et il nous fera parvenir toutes les communications qu'on voudrait nous transmettre par son intermédiaire.

Le prix d'abonnement pour les *Annales du Génie civil* pour l'Angleterre, reste fixé à une livre sterling (25 francs) ; chaque livraison séparée, 3 *shillings*.

---

Nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt pour nos lecteurs de connaître le sujet des principaux articles publiés dans les recueils étrangers. Nous mettons aujourd'hui sous leurs yeux le sommaire de trois journaux de nationalités différentes. C'est un nouveau chapitre que nous ajoutons pour l'avenir à notre publication.

ENGINEERING (Londres). — Les locomotives du Great-Western. — La loi sur les marques de fabriques. — La compagnie péninsulaire. — Note sur les armes à feu et les projectiles. — Société des ingénieurs de Londres. — Traction à vapeur sur les canaux. — Appareil de Rowase et de Morton pour la détermination des longitudes. — Machines à draguer, à vapeur, du canal de Suez. — Travaux de la rade de Kurrachée. — Le gouvernement et les télégraphes. — Les chaudières et leur alimentation. — La question de la responsabilité limitée. — Transformation de Londres. — L'exposition de Smithfield. — Construction des ponts de chemins de fer. — Architecture en fer de fonte. — Conférence sur les flottes en bois. — Revue des grandes usines.

---

GIORNALE DELL' INGEGNERE ARCHITETTO ED AGRONOMO (Milan). — Projet de règlement pour systématiser d'une manière uniforme les travaux de routes et autres à charge des communes. — Méthode élémentaire pour la détermination du volume et des superficies des voûtes, etc. — Application du dessin axonométrique.

---

POLYTECHNISCHE CENTRALBLATT (Leipsig). — Frein automatique pour wagons de chemin de fer. — Appareils de chauffage au coke pour appartement. — Sur diverses compositions de métaux pour coussinets. — Sur les assemblages à rivets. — Procédé perfectionné pour la fabrication de chevilles de chemins de fer. — Commutateur d'un nouveau modèle. — Fabrication du borax. — Éther formique du commerce. — Sur la carnalite.

---

ERRATUM. — Nos lecteurs se seront aperçus d'une erreur de chiffres qui s'est glissée dans le travail sur l'*Organisation des hôpitaux* : page 725, ligne 23, il s'agit de fenêtres non de 15 mètres, mais de 1m,5 de largeur, et le cube de l'air courant est de 36 mètres et non de 360 mètres par minute. Le reste du calcul est exact.

---



# PRIX COURANT A PARIS

## des matériaux, métaux et préparations employés dans la construction des machines et des bâtiments.

---

**MÉTAUX** (les 100 kil. à l'acquitté).

| | | |
|---|---|---|
| Cuivre anglais en plaques | 222 | 50 |
| — des États-Unis | » | » |
| — du Chili, brut | 195 | » |
| Minerais de cuivre de Corocoro | 200 | » |
| Étain Banca | 220 | » |
| — des détroits | 217 | 50 |
| — anglais | 206 | 25 |
| Plomb brut de France | 50 | 50 |
| — d'Espagne | 51 | » |
| — d'Angleterre | 51 | » |
| Zinc brut de Silésie | 58 | » |
| — Autres provenances | 57 | » |

**SAINT-DIZIER.**

Voici les principaux prix cotés à Saint-Dizier le 19 décembre :

Fontes : au bois pour affinage, 112 fr. ; métisse 95 à 100 fr. ; métisse au coke 80 fr.

Fers laminés : fers marchands de fonte au bois, 1[re] classe, en gare de l'usine 225 à 230 ; id. métis, 215 à 220 ; id. de fonte au coke, 200 à 205 (écart de 5 à 10 fr. par classe). — Feuillards, 1[re] classe 240 à 245 (écart de 10 et 20 fr. par classe). — Feuillards sur 1 $^m/_m$ dans les usines spéciales 255 à 260. — Fers spéciaux 1[re] classe, 205 à 215 (écart de 10 fr. par classe).

Fers martelés. — Fers battus 1/2 roches à la houille, barres marchandes, assorties de maréchal, 255 à 260 ; essieux ordinaires 265 à 270 ; courbes de navires, 260 à 265.

Machine. — N° 20 au bois, 230 à 235 ; au coke, 210 à 215.

Fils de fer. — Puddlé quincailler, n° 20, en bottes de 25 kil. 270 à 280, en bottes de 5 kil. 280 à 290. (*L'Ancre.*)

**HUILES.**

| | | |
|---|---|---|
| Colza brut (tous fûts) 100 kil. | 99 | » |
| — en tonne | 100 | 50 |
| — épurée | 107 | 50 |
| Lin brut (tous fûts) | 99 | » |
| Œillette commune (hectolitre) | 160 | » |
| Olive commune (100 kil.) | 127 | » |

**PRODUITS CHIMIQUES** (les 100[k] à l'acquitté).

| | |
|---|---|
| Acide acétique, 8 | 49 à 50 |
| — muriatique | 6 50 à 7 |
| — nitrique, 40 | 48 » |
| — — 36 | 38 » |
| — sulfurique, 66 | 14 à 15 |
| — — 53 | 8 50 à 9 |
| Alcali volatil (21 à 20) | 37 » |
| Nitrate de potasse brut | » » |
| — raffiné | » » |
| Nitro-benzine le kil | 1 80 à 1 90 |
| Sel de soude (75 à 76) les 100 kil. | 36 à 39 |
| — (80 à 82) | 38 à 42 |
| Sel d'étain | 205 » |

**BOIS.**

| | |
|---|---|
| Chêne ordinaire (0m,30) | 75 » |
| — petit arrimage (0m,31 à 40) | 85 » |
| — gros arrimage (0m,41 à 50) | 110 à 135 |
| Sapins ordinaires | 53 » |
| Poutrelles de Norwége | 60 à 62 |
| Chêne feuillet d'entrevous | 0 70 |
| — panneau (0m,02) | 1 00 |
| — planche (0m,034) | 1 40 |
| Peupliers, voliges de Bourgogne | 0 35 |
| Sapins de Lorraine (0m,027) | 0 75 |

**MAÇONNERIE.**

(Paris, octroi, transport compris.)

| | |
|---|---|
| Plâtre (mètre cube) | 17 » |
| Chaux hydraulique en pierre | 6 |
| — grasse | 28 » |
| Ciment de Portland 100 k. | 9 50 |
| Ciment faç. de Portland (Boul.) m. c. | 90 » |
| Briques creuses (le mille) | 55 à 60 |
| Cailloux ou silex (mètre cube) | 7 50 |
| Sable de rivière | 7 25 |
| — de plaine | 4 50 |
| Moellons durs | 11 50 |
| Meulière piquée (mètre superficiel) | 13 » |

*Le propriétaire-gérant :* EUGÈNE LACROIX.

# TABLE

## PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

---

# TABLE

## PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS.

---

---

Paris. — P.-A. Bourdier et C^ie^, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.



